



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA



# **AVALIAÇÃO DA FORÇA NO KARATE:**

## **O MEMBRO SUPERIOR PONTUADOR NA AÇÃO DE GYAKU-TSUKI**

Dissertação com vista à obtenção do grau de Mestre em Treino do Jovem Atleta

**Orientador:** Professor Doutor Pedro Vítor Mil-Homens Ferreira Santos

### **JÚRI:**

#### **PRESIDENTE**

Professora Doutora Filipa Oliveira da Silva João

#### **VOGAIS**

Professor Doutor Pedro Vítor Mil-Homens Ferreira Santos

Professora Doutora Maria João de Oliveira Valamatos

DAVIDE MANUEL ALBUQUERQUE DA ROCHA GOMES  
2016



### **Agradecimentos**

A realização deste estudo só foi possível com a colaboração e contribuição de várias pessoas e entidades, às quais não posso deixar de expressar os meus mais sinceros agradecimentos

Ao Professor Doutor Pedro Mil-Homens, orientador da presente tese, pela sua constante revisão do trabalho, pelas suas sugestões sempre pertinentes, pela sua eficiência e elevada disponibilidade demonstrada, pelos seus conhecimentos transmitidos em tantas horas de conversas que tivemos, pela sua capacidade de clarificar e simplificar o que parecia impossível de resolver e por nunca ter deixado de acreditar no seu aluno.

À Professora Doutora Maria João Valamatos, pela horas infindáveis de ajuda e colaboração neste estudo, pelos ensinamentos fundamentais à realização do trabalho, pelos fins de semana passados na recolha de dados, por todas as palavras de incentivo e motivação ao longo dos tempos, pela disponibilidade que sempre demonstrou em todos os momentos, pela paixão que transmite em todo o trabalho que realiza, por ter estado presente desde o primeiro instante até ao último segundo e pela amizade que construímos com o passar dos anos.

Ao Professor Doutor José Alves Diniz, pela paixão que me incutiu pela nossa profissão, por me ter ensinado a importância de querer saber cada vez mais alicerçado em fundamentos científicos, por ter estado sempre presente, pela sensibilidade e clarividência demonstrada e pelas palavras sempre amigas em todos os momentos que necessitei.

A todos os professores do mestrado, que no fundo permitiram-me chegar a este momento e que com toda a sua competência possibilitaram um aumento significativo de conhecimentos.

À FNKP por ter permitido a realização do presente estudo e a todos os meus colegas do departamento de formação pela partilha de conhecimentos, em especial ao meu amigo Joaquim Gonçalves, um exemplo de superação e de liderança em todo o processo do Karate nacional, que sempre me incentivou a continuar e a nunca desistir.

Ao mestre Raúl Cerveira, por me ter lançado o desafio, por ter sempre acreditado em mim, por ter contribuído tanto por o crescimento desta modalidade e por tudo o que me ensinou no Karate.

Ao meu amigo Abel Figueiredo, pela bibliografia disponibilizada, por ser um apaixonado pelo Karate e um professor de excelência, por estar tão à frente do nosso tempo, por nunca ter desistido de mim, por ter sempre incentivado para que continuasse neste caminho, por me ter ajudado a ser quem sou.

Ao meu amigo Bruno Rosa, com quem partilho tantas angústias sobre a nossa amada modalidade, por me ensinar tanto sobre o karate e o mundo da actividade física, por ser um exemplo de profissionalismo e dedicação e por estar sempre disponível a ajudar-me em todos os momentos que necessitei.

Ao meu mestre, João Coutinho, por todos os ensinamentos transmitidos ao longo da minha vida, pelos valores e princípios incutidos, pelo exemplo de vida que representa, pela influência determinante no meu percurso de vida, por me ter ensinado a procurar o meu caminho e pela amizade eterna que nos une.

Ao meu amigo e irmão Luis Silva, por toda a disponibilidade demonstrada para este estudo, por ter estado sempre presente, por ter sido meu parceiro em tantos momentos da vida, dentro e fora do tatami, pelas horas infindáveis de conversas sobre a via que cada um escolhe e por me ajudar a ser cada dia melhor.

Ao meu amigo Romero Santiago, por toda a ajuda para este trabalho, por toda a amizade desde o primeiro dia da faculdade, por todos os momentos vividos, por todas as horas de estudo e de partilha, por todas as conversas que tivemos, pelo tanto que aprendi com ele, pela humildade que ensinou, pela pessoa com qualidades humanas insuperáveis que é e pelo sentimento de imortalidade e eternidade que caracteriza a nossa amizade.

Aos meus queridos pais, pela confiança, carinho, apoio incondicional, por terem sempre acreditado em mim e terem estado presentes em todos os momentos da minha vida.

Às luzes da minha vida, pelo novo sentido de existir, respirar e amar.

## Índice Geral

<i>Agradecimentos</i> .....	<i>I</i>
<i>Índice Geral</i> .....	<i>III</i>
<i>Índice de Figuras</i> .....	<i>V</i>
<i>Índice de Tabelas</i> .....	<i>VII</i>
<b>CAPÍTULO I — INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
1.1 Apresentação do Problema.....	3
1.2 Definição do Problema .....	5
1.3 Pertinência do Estudo .....	6
1.4 Pressupostos e Limitações do Estudo .....	7
<b>CAPÍTULO II — REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
2.1 Fatores Neuromusculares Relacionados com a Produção de Potência Muscular.....	11
2.1.1 Unidades Motoras.....	12
2.1.2 Recrutamento das unidades motoras e frequência de ativação.....	14
2.1.3 Sincronização da frequência de disparo das unidades motoras .....	18
2.2 Treino da Força Explosiva.....	19
2.2.1 Carga adequada para a produção máxima de potência .....	21
2.2.2 Cargas elevadas Vs Exercícios explosivos.....	25
2.2.3 Relação entre carga e velocidade no desenvolvimento da potência.....	27
2.2.4 O treino balístico no desenvolvimento da força e da velocidade .....	29
2.3 O Karate-Do.....	33
2.3.1 As origens em Okinawa.....	33
2.3.2 A competição de Karate no Japão.....	37
2.4 O Desenvolvimento do Karate no Ocidente.....	38
2.4.1. O Karate na Europa .....	38
2.4.2 O Karate em Portugal.....	39
2.4.2.1 A competição institucional em Portugal .....	40
2.4.3 O Kumite .....	41
2.4.3.1 O regulamento .....	42
2.4.3.2 A área de competição.....	42
2.4.3.3 A atribuição de ponto.....	44
2.5 Os Desportos de Combate – A Compreensão Biomecânica.....	46
2.5.1 O karate.....	46
2.5.1.1 Os elementos característicos .....	47
2.5.1.2 Maximizar a energia cinética das técnicas .....	49
2.5.1.3 Velocidades lineares.....	50
<b>CAPÍTULO III — METODOLOGIA</b> .....	<b>55</b>
3.1 Introdução .....	55
3.2 Caracterização da Amostra .....	55
3.3 Condições de Realização do Estudo .....	56
3.4 Desenho Experimental .....	57
3.5 Procedimentos de Avaliação.....	59
3.5.1 Avaliação das Características de Produção de Força .....	59

3.5.1.1 – Determinação de 1 RM.....	60
3.5.1.2 – Avaliação da força em condições dinâmicas .....	61
3.5.1.3 Avaliação da força isométrica máxima.....	63
3.5.2 Avaliação do Gesto Técnico.....	65
<b>3.6 Procedimentos Estatísticos.....</b>	<b>69</b>
<b><i>CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</i></b>	<b><i>73</i></b>
<b>4.1 Introdução .....</b>	<b>73</b>
<b>4.2 Gyaku-Tsuki: Análise Cinemática.....</b>	<b>74</b>
4.2.1 Velocidade de Execução .....	74
4.2.2 Tempo de Execução.....	75
4.2.3 Distância de Execução .....	77
<b>4.3 Avaliação da Força .....</b>	<b>78</b>
4.3.1 Testes Dinâmicos .....	78
4.3.2 Velocidade Máxima .....	81
4.3.3 Potência Máxima .....	82
4.3.4 Taxa Máxima de Produção de Força.....	84
<b>4.4 Gyaku-Tsuki: Estudo Correlacional.....</b>	<b>85</b>
4.4.1 RM e Força Isométrica Máxima.....	85
4.4.2 Potência Máxima .....	88
4.4.3 Velocidade máxima de execução .....	89
4.4.4 Distância de Execução .....	93
<b><i>CAPÍTULO V — CONCLUSÕES.....</i></b>	<b><i>97</i></b>
<b>5.1 Conclusões Finais .....</b>	<b>97</b>
<b>5.2 Recomendações para Futuras Investigações.....</b>	<b>101</b>
<b><i>BIBLIOGRAFIA .....</i></b>	<b><i>103</i></b>

## Índice de Figuras

<i>Figura 2-1 Fatores neuromusculares envolvidos na produção de força (Adaptado de Stone e Lamont, 2002) .....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2-2 Relações das curvas força-velocidade e força-potência de 20 semanas de treino com diferentes cargas (Adaptado de Moritani, 2003) .....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2-3 Esquema de uma curva de potência-carga (Adaptado de Kawamori e Haff, 2004) .</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2-4 Efeitos do treino utilizando cargas leves e exercícios explosivos .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2-5 Área de Competição .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 2-6 Desenho de uma técnica direta (Oi-Tsuki) em que a superfície de contacto percorre um espaço retilíneo desde o seu ponto de partida até ao alvo. ....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 3-1 Máquina de Supino .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 3-2 Sensor de deslocamento .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 3-3 Fotografia da avaliação de 1RM.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 3-4 Fotografia da execução a 85% de 1RM .....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 3-5 Imagem de uma execução concêntrica a 25% de 1RM no software “Acqknowledge 3.7.1” da Biopac e respetivas curvas de força-tempo, velocidade e potência.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 3-6 Imagem da curva força-tempo e da curva da TPF numa execução isométrica no software “Acqknowledge 3.7.1” da Biopac .....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 3-7 Imagem da câmara de alta velocidade utilizada no presente estudo .....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 3-8 Fotografia do alvo fixo.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 3-9 Gyaku-Tsuki em Movimentação (posição inicial) .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 3-10 Gyaku-Tsuki a partir da posição de Parado .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 3-11 Fim do Gyaku-Tsuki a partir de Movimentação.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 3-12 Referencial de Calibração .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 3-13 Imagens sobre as quais estão representados do segmentos de recta que representam o corpo rígido definido. ....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 4-1 Fases da velocidade da mão .....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 4-2 Correlação entre 1RM e a FIMax .....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 4-3 Correlação entre FMax a 25% e 1RM e FIMax.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 4-4 Correlação entre FMax a 55% e 1RM e FIMax.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 4-5 Correlação entre FMax a 85% e 1RM e FIMax.....</i>	<i>87</i>

<i>Figura 4-6 Correlação entre TMPF e Carga Real a 55% e Carga Real a 85%</i> .....	88
<i>Figura 4-7 Correlação entre PMax a 55% e 1RM e FIMax</i> .....	89
<i>Figura 4-8 Correlação entre Velocidade Máxima da Mão Parado e FIMax, FMax25%, FMax55% e FMax85%</i> .....	90
<i>Figura 4-9 Correlação entre Vel. Max. da Mão Parado e PMax 25%, PMax 55% e PMax 85%</i> .....	92
<i>Figura 4-10 Correlação entre Altura dos atletas e Distância da Técnica em Movimento e Parado</i> .....	94



Índice de Tabelas

<i>Tabela 2-1 Fatores neuromusculares envolvidos na produção de força (Adaptado de Stone e Lamont, 2002)</i> .....	11
<i>Tabela 2-2 Cargas ideais para obtenção da potência máxima</i> .....	23
<i>Tabela 2-3 Comparação de efeitos do treino com cargas pesadas e exercícios explosivos (Kawamori e Haff, 2004)</i> .....	26
<i>Tabela 2-4 Velocidades lineares para ataques diretos com os membros superiores</i> .....	50
<i>Tabela 3-1 Critérios Caracterização da amostra. Idade, massa, altura, categoria de competição em função da massa e classificação no último campeonato nacional. São apresentados os valores de média e desvio padrão (DP).</i> .....	56
<i>Tabela 3-2 Desenho experimental</i> .....	57
<i>Tabela 3-3 Sequência das avaliações</i> .....	58
<i>Tabela 4-1 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Velocidade Máxima (<math>m.s^{-1}</math>) da Mão em Movimento e Parado</i> .....	74
<i>Tabela 4-2 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da duração (em segundos) das 3 fases do Gyaku-Tsuki em Movimento</i> .....	76
<i>Tabela 4-3 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da duração (em segundos) das 3 fases do Gyaku-Tsuki parado</i> .....	77
<i>Tabela 4-4 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Distância (em metros) do Gyaku-Tsuki em Movimento e parado</i> .....	78
<i>Tabela 4-5 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo de 1RM (Kg)</i> .....	79
<i>Tabela 4-6 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Força Máxima a 25%, 55% e 85% de 1RM</i> .....	80
<i>Tabela 4-7 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo das Cargas levantadas a 25%, 55% e 85% de 1RM</i> .....	81
<i>Tabela 4-8 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Velocidade Máxima a 25%, 55% e 85% de 1RM</i> .....	81
<i>Tabela 4-9 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Potência Máxima a 25%, 55% e 85% de 1RM</i> .....	83
<i>Tabela 4-10 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da TMPF</i> .....	84
<i>Tabela 4-11 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da TMPF em relação à FIMAX</i> .....	85



## **CAPÍTULO I — INTRODUÇÃO**

<b>1.1 Apresentação do Problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Definição do Problema .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Pertinência do Estudo .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Pressupostos e Limitações do Estudo .....</b>	<b>7</b>



## CAPÍTULO I — INTRODUÇÃO

### 1.1 Apresentação do Problema

A origem das artes marciais remonta à Índia e à China com a misteriosa figura de *Bodidarma* – o iluminado. Segundo a história, *Bodidarma* teria ingressado num templo budista chinês (Shaolin), tendo sido responsável por introduzir um conjunto de métodos de meditação e de exercícios diversos. Com o passar do tempo, estes simples exercícios deixaram de ter uma função terapêutica para darem origem a métodos marciais chineses denominados no ocidente por *Kung-Fu* (Figueiredo, 1989; Figueiredo, 2006; Castelo, 1984)

Quanto ao Karate-Do<sup>1</sup>, este surgiu na pequena ilha de Okinawa (Japão), que graças à sua localização, foi sempre ponto de passagem de diferentes culturas e alvo também de disputas territoriais (Figueiredo, 1989). É no entanto com o aparecimento do mestre Gichin Funakoshi que o karate se dá a conhecer ao mundo, com a criação do primeiro clube de karate na universidade de Keio.

Desde essa altura até aos dias de hoje, o karate evolui para uma forma desportiva, através de competições de Kumite (Combate) e Katas (Forma), sem nunca esquecer as suas raízes tradicionais. Estas competições são regulamentadas pela *World Union of Karate-Do Organizations* (WUKO) que é reconhecida pelo Comité Olímpico Internacional desde 1985 (Figueiredo, 1989)

A regra principal que está por detrás da análise e avaliação do combate desportivo é a do *controlo do impacto*. A segurança dos atletas está em primeiro lugar e como tal toda a técnica desportiva deve ser executada tendo como base esse princípio. Técnicas sem controlo ao nível do tronco, face, cabeça e pescoço são totalmente proibidas pela WUKO (Tuominen, 1995).

Podemos assim observar presentemente combates executados a uma velocidade elevada, com sequências de inúmeras técnicas, mas em que no

---

<sup>1</sup> “Kara” significa vazio e “Te” mão. “Do” quer dizer a via. Normalmente costuma-se traduzir como a “via das mãos vazias”.

momento do impacto (toque no adversário) a força aplicada é controlada. As ações são realizadas de forma explosiva, tentando ver quem “toca” primeiro no adversário, pois pontua quem alcançar primeiro o alvo.

Juntamente com a evolução da forma competitiva do Karate-Do, também a ciência dos *Desportos de Combate* evoluiu, dotando os treinadores de instrumentos eficazes no processo de desenvolvimento e controlo do treino, através da aplicação de princípios metodológicos comprovados cientificamente.

Neste âmbito, o desenvolvimento das capacidades motoras, onde se inclui a força, têm sido alvo de uma vasta investigação, produzindo conhecimentos que os treinadores utilizam no dia-a-dia. No karate, a força, é das capacidades motoras mais desenvolvidas por parte dos treinadores, pela importância que esta apresenta na formação de qualquer atleta de competição.

O correto treino de força permite, por exemplo, ao reforçar a musculatura do tronco (extensores da coluna e abdominais), criar uma boa base de sustentação para o trabalho de grupos musculares de segmentos mais distais sem que haja uma postura incorreta. Para além disto, aproveitar o treino da força para desenvolver a velocidade (através da força rápida, velocidade de execução e frequência de movimentos) na medida em que há um aumento da capacidade de velocidade devido ao desenvolvimento do sistema nervoso e coordenação muscular, é também um bom exemplo da importância da força no karate (Correia e Santos, 2005).

Se analisarmos a modalidade e os seus combates, identificamos claramente que é um desporto de impacto altamente competitivo, com contacto físico e com risco de lesão (Tuominen, 1995). Também aqui a força desempenha um papel importante, ao ser um fator de reforço das estruturas do tecido conjuntivo com funções de suporte, ao permitir reforçar o equilíbrio muscular de uma articulação específica e ao permitir aumentar a capacidade muscular de absorver energia antes da situação de falência (Correia e Santos, 2005).

No karate, como em muitas outras modalidades desportivas que envolvem a produção de força em períodos curtos de tempo, a potência é o fator

predominante no rendimento obtido (Kawamori e Haff, 2004; Olsen and Hopkins, 2003; Vieira, 2000; Schmidtbleicher, 1992; Haff e Potteiger, 2001). Uma vez que a Potência é dada pelo produto da Velocidade pela Força, conhecer melhor a relação que há entre a velocidade de execução de um dos gestos mais utilizado na competição (Gyaku-Tsuki) e a capacidade de produzir força durante o tempo de duração da técnica, pode fornecer dados relevantes, que permitam tornar os nossos atletas mais eficazes em situação de competição.

Desta forma, propomo-nos apresentar o problema a estudar, objetivos, limitações e pertinência do mesmo, baseados na análise de literatura existente. De seguida, indicamos o desenho experimental e metodológico da investigação realizada, e por fim os resultados e conclusões a que chegámos.

## **1.2 Definição do Problema**

Pretendemos com este estudo conhecer e descrever o Gyaku-Tsuki, nomeadamente, o seu tempo de execução, quando este é realizado em situação de movimento ou parado. Adicionalmente, é objetivo deste estudo analisar as características de produção de força dos atletas num gesto semelhante, procurando estabelecer uma relação entre a velocidade de execução do gesto, e as características de produção de força dos atletas.

O objeto de estudo será o membro superior pontuador na ação Gyaku-Tsuki

São objetivos específicos deste estudo:

- Caracterizar o Gyaku-Tsuki de competição:
  - o Estudar a duração e velocidade do gesto em situação de execução com prévio movimento ou na sua ausência;
- Analisar as características de produção de força dos atletas:

- o Num movimento com um padrão de coordenação intermuscular semelhante;
  - o Avaliando as diferentes componentes da força muscular com impacto direto ou previsível no desempenho da técnica Gyaku-Tsuki
- Procurar relacionar os indicadores de desempenho do gesto com as características de produção de força, nomeadamente:
  - o Com os níveis de Força Máxima, Taxa de Produção de Força e Potência Muscular

### **1.3 Pertinência do Estudo**

A literatura que estuda o desenvolvimento da força nas suas várias manifestações é vasta e envolve diversas modalidades, desde o halterofilismo, passando pelo futebol até ao atletismo. Mais especificamente, o estudo da força explosiva é referido por inúmeros autores e em diversos artigos (Kawamori e Haff, 2004; Olsen e Hopkins, 2003; Siegel et al, 2002; Brandenburg, 2005; Haff e Pottenger, 2001; Baker, 2001a; Baker et al, 2001b; Schmidtbleicher, 1992)

No entanto, a literatura científica sobre a força no karate é escassa, conhecendo-se poucos estudos específicos como o de Olsen e Hopkins (2003), que compararam os efeitos que diferentes métodos de treino da força tiveram na velocidade e força produzidas por pontapés frontais, laterais e socos em vários atletas de artes marciais.

Como a bibliografia é limitada, ficam muitas questões por responder. De que forma é que os competidores de karate produzem força? E quanto tempo é que têm para produzir força? E como poderá a força ajudar a melhorar a velocidade de execução?

Para além destas questões, também a descrição da técnica executada vem referenciada em poucos estudos (Figueiredo, 1989). Há indicações teóricas quanto à melhor forma de executar o Gyaku-Tsuki, mas a sua análise é de uma



importância extrema para os treinadores, pois pequenas melhorias na execução deste gesto, podem fazer a diferença entre uma medalha de bronze ou uma de ouro, entre a vitória e a derrota. Daí que este estudo, ao dar algumas indicações sobre a forma de execução, pode ajudar o treino de presentes e futuros atletas.

Mais ainda, e com base num dos poucos estudos sobre as ações técnicas em situação de competição (Dias, 2005), constata-se que as técnicas de braço são as mais utilizadas em situação de kumite. Desta forma, o estudo do membro superior que executa o Gyaku-Tsuki revela-se importante para aprofundar o conhecimento sobre as técnicas utilizadas em competição, contribuindo para melhorar o processo de treino dos atletas.

Tudo o que foi exposto anteriormente, juntamente com a possibilidade de se criarem instrumentos de avaliação da força no karate, aliado à natureza científica do estudo, torna este trabalho um importante documento para uma modalidade cada vez mais forte no nosso país.

#### **1.4 Pressupostos e Limitações do Estudo**

Os 9 atletas selecionados (seleção nacional de juniores) foram os que obtiveram um lugar no pódio no campeonato nacional, e são por isso uma amostra representativa do nível do Karate português para o escalão etário em causa.

A data da avaliação e recolha dos dados dos atletas (4 e 5 de Fevereiro) que se situa apenas a 15 dias dos campeonatos nacionais e antecede os campeonatos da Europa, permite admitir que os atletas se encontram próximo da sua máxima forma desportiva.

Estes atletas dominam perfeitamente a técnica estudada e deram o melhor do seu esforço na sua realização em ambiente laboratorial – Gyaku-Tsuki. Estão igualmente familiarizados com o exercício de treino de força utilizado para as avaliações - o supino.

No entanto, o facto de a situação de execução do Gyaku-Tsuki ser descontextualizada do seu meio natural (em situação de competição e na presença de um adversário) pode ser um fator limitativo e condicionar a prestação desportiva do gesto.

Consideramos que uma amostra de 9 atletas é uma amostra muito reduzida, mas a realidade da modalidade em Portugal não nos permite ter um número de atletas muito superior pelo que assumimos realizar o estudo apenas com este número de karatecas.

## CAPÍTULO II — REVISÃO DA LITERATURA

<b>2.1 Fatores Neuromusculares Relacionados com a Produção de Potência Muscular.....</b>	<b>11</b>
2.1.1 Unidades Motoras.....	12
2.1.2 Recrutamento das unidades motoras e frequência de ativação.....	14
2.1.3 Sincronização da frequência de disparo das unidades motoras .....	18
<b>2.2 Treino da Força Explosiva.....</b>	<b>19</b>
2.2.1 Carga adequada para a produção máxima de potência .....	21
2.2.2 Cargas elevadas Vs Exercícios explosivos.....	25
2.2.3 Relação entre carga e velocidade no desenvolvimento da potência .....	27
2.2.4 O treino balístico no desenvolvimento da força e da velocidade .....	29
<b>2.3 O Karate-Do .....</b>	<b>33</b>
2.3.1 As origens em Okinawa.....	33
2.3.2 A competição de Karate no Japão.....	37
<b>2.4 O Desenvolvimento do Karate no Ocidente.....</b>	<b>38</b>
2.4.1. O Karate na Europa .....	38
2.4.2 O Karate em Portugal.....	39
2.4.2.1 A competição institucional em Portugal .....	40
2.4.3 O Kumite .....	41
2.4.3.1 O regulamento .....	42
2.4.3.2 A área de competição.....	42
2.4.3.3 A atribuição de ponto.....	44
<b>2.5 Os Desportos de Combate – A Compreensão Biomecânica.....</b>	<b>46</b>
2.5.1 O karate.....	46
2.5.1.1 Os elementos característicos .....	47
2.5.1.2 Maximizar a energia cinética das técnicas .....	49
2.5.1.3 Velocidades lineares.....	50



## CAPÍTULO II — REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Fatores Neuromusculares Relacionados com a Produção de Potência Muscular

Muitos são os desportos que requerem a produção de elevados níveis de força e velocidade em períodos muito curtos de tempo (McBride et al, 1999; Moritani, 2003). Estes incluem movimentos como lançamentos, saltos, mudanças de direção e batimentos de diversos tipos (Newton e Kraemer, 1994). Nestas atividades, onde se incluem os desportos de combate e especificamente o karate, é a potência produzida por cada atleta que se torna um fator predominante do sucesso alcançado (Kawamori e Haff, 2004; Olsen and Hopkins, 2003; Vieira, 2000; Schmidtleicher, 1992; Baker, 2001; Haff, 2001, Newton e Kraemer, 1994). De acordo com Hakkinen e Komi (1985) a potência é considerada como a produção de força de forma explosiva. E por sua vez, força explosiva é considerada como a potência máxima, caracterizada por ações musculares de curta duração e velocidade elevada.

Sabe-se que para a produção de força são diversos os fatores fisiológicos e biomecânicos que participam nas ações musculares, como podemos observar na Tabela 2-1 (Haff e Pottenger, 2001; Sale, 2003; Stone, 1993)

- Recrutamento das unidades motoras (UM)
- Frequência de ativação das UM
- Sincronização das UM
- Padrão de recrutamento das UM (intramuscular)
- Padrão de recrutamento muscular (intermuscular)
- Utilização de energia elástica
- Inibição neural
- Tipo de UM
- Fatores biomecânicos e antropométricos
- Área de secção transversa do músculo

Tabela 2-1 Fatores neuromusculares envolvidos na produção de força (Adaptado de Stone e Lamont, 2002)

No entanto, e de acordo com Kawamori e Haff (2004) e Stone e Lamont (2002), são essencialmente três os principais mecanismos neuromusculares relacionados com a produção de potência muscular. São eles:

- Recrutamento das UM
- Frequência de ativação das UM
- Sincronização das UM

Os dois primeiros fatores, considerados como os mais importantes, trabalham normalmente em conjunto para o aumento da força produzida. O valor com que cada um contribui em cada ação muscular específica depende da força necessária e, eventualmente, do tamanho e tipo de músculo ativado (Stone e Lamont, 2002).

Assim e de acordo com os objetivos do nosso estudo, achamos pertinente fazer uma revisão sobre estes principais fatores neuromusculares e a forma como influenciam a potência muscular produzida.

### 2.1.1 Unidades Motoras

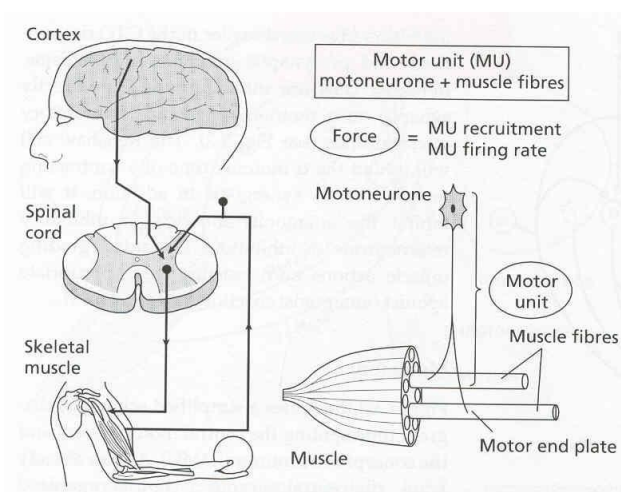


Figura 2-1 Fatores neuromusculares envolvidos na produção de força (Adaptado de Stone e Lamont, 2002)

Com o recurso à Figura 2-1 podemos mais facilmente compreender o conceito de UM e o controlo por parte do sistema nervoso central (SNC). É através da UM que o SNC regula os parâmetros que caracterizam uma determinada contração muscular (Moritani, 2003; Santos, 1995; Correia, 2003). Isto porque uma UM consiste num motoneurónio alfa e todas as fibras musculares que enerva, resultando no fim de um caminho de um conjunto de cadeias de motoneurónios espinais, portadores de informação diversa. É portanto a unidade funcional do SNC (Santos, 1995).

Sabe-se que uma UM pode enervar entre 10 e 2000 fibras musculares (Correia, 2003), consoante os grupos musculares, e que podemos ter aproximadamente 100 tipos de UM com diferentes capacidades de produção de força (Santos, 1995; Moritani, 2003).

É possível identificar três tipos de UM baseadas na sua capacidade de velocidade de ação e resistência à fadiga (Burke, 1981, in Moritani; Santos, 1995; Correia, 2003). Podemos ter assim UM do Tipo S (*“slow-twitch”*), FR (*“fatigue-resistant”*) e FF (*“fast-twitch”*), que são, provavelmente, constituídas por fibras musculares dos tipos I, IIa e IIb, respetivamente (Correia, 2003).

As UM do Tipo S são formadas por motoneurónios de menores dimensões, muito resistentes à fadiga, incapazes de desenvolver contrações musculares muito fortes ou a grandes velocidades e com um limiar de excitabilidade baixo. Quanto às UM do Tipo FR, estas já apresentam um limiar de excitabilidade mais elevado, estão preparadas para contrações explosivas e potentes, e já têm uma razoável resistência à fadiga. Por último, as UM do Tipo FF, possuem uma capacidade contráctil elevada, constituídas por motoneurónios de grandes dimensões, conseguindo produzir contrações muito rápidas, fortes, mas de curta duração devido à pouca resistência à fadiga (Correia, 2003; Santos, 1995; Moritani, 2003).

De acordo com Moritani (2003), o grande espectro de variação nas características morfológicas e eletrofisiológicas de cada motoneurónio, que

juntos constituem um grupo motor (*“pool”*), encontra paralelo na diversidade das propriedades fisiológicas dos músculos que enervam. Curiosamente, estas fibras musculares que são enervadas por um determinado motoneurónio, vão manifestar características bioquímicas, histoquímicas e contrácteis, idênticas à do motoneurónio. Podemos por isso classificar as fibras musculares também em três tipos: FG (*“fast-twitch glycoytic”*) ou Tipo IIb; FO (*“fast-twitch oxidative glycolytic”*) ou Tipo IIa; e SO (*“slow-twitch oxidative”*) ou Tipo I.

### **2.1.2 Recrutamento das unidades motoras e frequência de ativação**

Nas ações voluntárias, a intensidade da força é modulada numa primeira fase pelo número de UM recrutadas e pelas alterações na frequência de ativação de cada UM (Milner-Brown et al., 1973; Kuluka e Clamann, 1981; Moritani e Muro, 1987; in Moritani, 2003;). Significa que quanto maior o número de UM recrutadas e a frequência de ativação de cada uma, maior a força produzida.

No entanto o SNC vai, em primeiro lugar, regular a intensidade da contração voluntária de um músculo, através do número de UM mobilizadas. Este conhecimento chegou-nos através dos estudos de Henneman na década de 60, que refere que o recrutamento dos motoneurónios alfa de um grupo motor se faz segundo o princípio do tamanho (Moritani, 2003; Correia, 2003). De acordo com este princípio (*“size principle”*) há uma ordem previamente definida, sendo que os motoneurónios e as UM de menores dimensões são recrutados em primeiro lugar.

Assim, os motoneurónios mais pequenos, que enervam as UM lentas ou tónicas (fibras Tipo I), uma vez que são facilmente excitáveis, entram rapidamente em ação, sempre que há alguma contração muscular. Por seu lado, os motoneurónios que enervam as UM rápidas ou fásicas (fibras Tipo IIa e IIb), como apresentam um limiar de excitabilidade elevado, só entram em ação em contrações musculares muito intensas ou rápidas, em que há uma grande estimulação no grupo motor (Freud et al, 1975; Henneman e Mendell, 1981, in Moritani, 2003; Correia, 2003).



Esta forma de recrutamento permite ao SNC ser económico na gestão da forma de intervenção das UM nos diferentes níveis de produção de força. Isto porque permite aumentos reduzidos e graduais da tensão produzida para diferentes níveis de força exigidos, para além de utilizar primeiro UM com metabolismo aeróbio. Estas UM são mais resistentes à fadiga e permitem reservar a utilização das UM maiores e mais potentes, mas também menos resistentes, para situações em que são estritamente necessárias para a produção de elevados níveis de força (Moritani, 2003; Correia, 2003).

Kukulka e Clamann (1981, in Moritani, 2003) e Moritani, (2003) conseguiram demonstrar, após ultrapassadas algumas das dificuldades em registar os níveis de força produzidas pelas UM, que nos humanos, num grupo muscular constituído preferencialmente por Fibras do Tipo I, é essencialmente a frequência de disparo que intervém na regulação da força produzida. Isto porque o recrutamento das UM só acontece normalmente até aos 50% da CVM, sendo que a partir daí é a frequência de disparo o mecanismo responsável pelo aumento da produção de força (Haff e Potteiger, 2001).

Pelo contrário, em músculos constituídos essencialmente por Fibras Tipo I e II, o padrão de recrutamento e de frequência de disparo é diferente. Nestes, o início da produção força assenta na frequência de disparo das UM de mais baixo limiar (compostas por fibras do Tipo I e pequenos motoneurónios), passando depois, entre os 30 e os 90% da CVM, para o recrutamento das UM. Uma vez atingidos aproximadamente os 90%, volta a ser necessário o aumento da frequência de disparo destas UM de limiar elevado para se conseguir alcançar forças próximas dos 100% da CVM (Haff e Potteiger, 2001). Esta situação ocorre em grupos musculares que produzem ações muito rápidas e explosivas (balísticas), como por exemplo o deltoide, bicípites e tricípites braquiais, que apresentam elevada percentagem de fibras rápidas (Correia, 2003).

Há, por isso, algumas diferenças de grupo muscular para grupo muscular sobre quais os valores percentuais de uma CVM a partir dos quais o recrutamento

das UM deixa de ser influente. Desta forma, podemos ter para os músculos da mão valores de 50%, significando que acima deste valor poucas são as UM recrutadas. Em contraste, para o bíceps braquial, encontramos valores de 80% a 90% de uma CVM (Kukulka e Clamann, 1981; De Luca et al, 1982; Moritani et al, 1986a; Moritani e Muro, 1987, in Moritani, 2003).

Conforme há um aumento da velocidade de execução dos movimentos, e decorrente do que foi dito anteriormente, a participação na produção de força das UM tónicas (Tipo I ou SO) diminui muito mais rapidamente quando comparada com a participação das UM fásicas (Tipo II ou F). Julga-se então que movimentos explosivos são acompanhados de seleção específica do recrutamento das UM fásicas. Estes indícios decorrem de estudos realizados em animais, mas que ainda não tiveram a sua plena confirmação em humanos. Apenas Moritani et al (1991a,b, in Moritani, 2003) é que mostraram nas suas investigações evidências de uma preferência da ativação de um músculo considerado “rápido em detrimento de outro considerado “lento”, em aumentos crescentes de força e velocidade em diferentes tipos de saltos em humanos.

Como já foi dito, paralelamente ao recrutamento das UM, também a frequência de ativação (ou disparo) das UM influencia a força produzida numa contração muscular voluntária. Cada UM pode ser ativada individualmente, contribuindo para o aumento da força. Sempre que um motoneurónio envia um segundo estímulo para uma fibra muscular em menos tempo do que esta leva a relaxar, há uma nova contração, mais forte e intensa, aumentando a força produzida sem se recorrer ao aumento do número de UM recrutadas (Correia, 2003; Santos, 1995; Moritani, 2003; Haff e Potteiger, 2001).

As fibras rápidas apresentam uma frequência de ativação bastante mais elevada do que as fibras lentas para atingirem o estado de tetania. Isto deve-se às características que apresentam relativamente à velocidade de processos bioquímicos e eletroquímicos, como por exemplo a libertação e recapturação de cálcio pelas cisternas terminais (Correia, 2003).

Com a necessidade de aumentar a força produzida, as fibras lentas vão elevando a frequência lentamente e de forma progressiva, mas só até um certo nível - 20-30 Hz –, podendo manter esses valores durante muito tempo. As fibras rápidas já só disparam com maior repetição a partir de frequências mais elevadas, e conseguem alcançar valores de 65 a 100 Hz. Têm no entanto uma duração de ação curta, levando rapidamente a uma diminuição da frequência. (Correia, 2003). Alguns estudos indicam também que as UM apresentam valores mínimos de ativação diferentes, podendo algumas apresentar um valor mínimo de frequência de 6-8 Hz e outras de 20 Hz. Quanto aos valores máximos de ativação, estes podem ir até um máximo de 100 Hz, no caso de ações musculares balísticas (Santos, 1995).

Apesar destas diferenças, quando as UM de alto e baixo limiar são recrutadas em simultâneo, as UM de baixo limiar podem, em determinadas situações (contrações submáximas – 80% CVM), alcançar as frequências de ativação semelhantes às das UM de limiar mais elevado. Só quando as contrações musculares são superiores a 80% da CVM, é que as UM de limiar elevado alcançam frequências de ativação superiores às UM de limiar de recrutamento inferior (Santos, 1995).

Mas se analisarmos uma mesma intensidade, vamos encontrar diferentes frequências de ativação, consoante o tipo de contração muscular em causa – dinâmica, estática, excêntrica ou concêntrica. A frequência é menor em ações estáticas do que em concêntricas e maior em ações concêntricas do que em excêntricas. Quanto a movimentos balísticos, os estudos revelam também grandes diferenças. Assim, um movimento balístico apresenta uma frequência muito elevada logo desde o início da contração muscular (acima dos 80 Hz) mas que dura pouco tempo (aproximadamente 100 ms), devido à fadiga que se instala rapidamente (Santos, 1995). Um movimento lento e progressivo pode iniciar a sua ação com uma frequência de aproximadamente 16 Hz, aumentada consoante a necessidade do músculo de produzir força até valores de 60 Hz (Correia, 2003)

As altas-frequências de ativação são responsáveis por aumentar a taxa de produção de força e não pelo aumento da força máxima produzida (Santos, 1995). De acordo com Grimbly et al (1985, in Santos, 1995), uma estimulação de 100 Hz provoca uma elevada taxa de produção de força, mas não permite obter mais força do que com uma frequência de 50 Hz. Segundo Kawamori e Haff (2004), a taxa de produção de força que aumenta com o aumento da frequência de ativação, é de uma importância elevada para a alta produção de potência, uma vez que o tempo que existe para produzir força é muito curto em ações potentes e explosivas.

Todo este processo de padrão de recrutamento das UM e de frequência de disparo é de uma elevada importância para a compreensão das atividades explosivas e da eficácia dos exercícios explosivos para o processo de treino. Compreende-se que, para se alcançarem forças máximas ou submáximas, só pode ser através do aumento do recrutamento e da frequência de disparo das UM. Aceita-se desta forma, que para ativar as unidades motoras de maiores dimensões, são necessários e fundamentais, exercícios explosivos, que geralmente requerem produções elevadas de força e de potência.

Para além disto, a utilização de exercícios explosivos, que utilizam velocidades de contração muscular elevadas, podem levar a uma alteração do padrão de recrutamento das UM. Estes podem levar a que as UM de maior calibre se contraíam mais cedo ou em simultâneo com as de menor calibre (Haff e Potteiger, 2001). Esta constatação aponta para a importância da velocidade no treino da força.

### **2.1.3 Sincronização da frequência de disparo das unidades motoras**

Na produção de força, as UM são recrutadas de uma forma não coordenada, ficando o aumento de intensidade a dever-se apenas ao número de UM e à frequência de disparo de cada UM.

No entanto, há situações extremas de produção de força em que a solicitação é tanta que as UM podem ser solicitadas de uma forma sincronizada, ou seja, em que os impulsos de duas ou mais UM são coincidentes no tempo (Santos, 1995). Ao serem solicitadas sincronizadamente, em valores de frequência que oscilam entre os 25 e os 50 Hz, aumentam a capacidade do músculo de produzir força. Estas constatações resultam de estudos efetuados em halterofilistas (Milner-Brown et al, 1975, in Correia, 2003, Santos, 1995) apontando para o aparecimento deste fenómeno em atletas que produzem elevados níveis força mas apenas em breves momentos. Apesar de haver algumas indicações, não podemos ainda afirmar com certeza que o processo de sincronização e o aumento da força apresentem uma relação causal (Correia, 2003). Isto porque os vários estudos eletromiográficos não permitem identificar com clareza os efeitos do treino da força e da potência na sincronização. Uma vez que seria necessário realizar vários estudos empregando técnicas invasivas, têm por isso surgido poucos estudos que tentem definir com clareza o papel da sincronização no treino.

## **2.2 Treino da Força Explosiva**

No karate, como em muitos outros desportos de combate, a produção de força de uma forma explosiva é um fator determinante no sucesso. Podemos por isso dizer que a potência é fundamental para a prestação desportiva. Assim, planos de treino da força orientados para a potência muscular são indispensáveis nestes desportos. Segundo Wilson et al (1993), os métodos de treino usados para o desenvolvimento da Taxa de Produção de Força devem influenciar positivamente as prestações desportivas em desportos de predominância explosiva.

De acordo com Kawamori e Haff (2004), Potência é definida pela seguinte fórmula:

$$\begin{aligned}\text{Potência} &= \text{Trabalho/Tempo} \\ &= \text{Força} \times \text{Distância/Tempo} \\ &= \text{Força} \times \text{Velocidade}\end{aligned}$$

Olhando para a dedução final da fórmula da potência, compreendemos que a força muscular e a velocidade de ação são fatores fundamentais influenciados pelas propriedades intrínsecas dos músculos, que devem ser trabalhados e incluídos no treino. No entanto, sabe-se que a força e a velocidade não são independentes uma da outra em ações musculares, e que, consoante há um aumento da velocidade do movimento, a força que o músculo consegue produzir durante uma ação concêntrica diminui (Kawamori e Haff, 2004; Moritani, 2003).

A relação força-comprimento e força-velocidade são propriedades intrínsecas musculares na regulação da produção da força, juntamente com a cinética da ativação e inibição dos músculos, que estão relacionadas com a maximização da potência. Para investigar estas relações, alguns estudos têm sido feitos nesta área.

Segundo Moritani (2003) correlações significativas foram encontradas entre a força-velocidade, potência muscular e composição muscular nos músculos extensores do joelho. Um estudo de Faulkner et al (1986, in Moritani, 2003) demonstrou que a potência produzida pelas fibras fásicas foi quatro vezes superior à das fibras tónicas, devido a uma maior velocidade de encurtamento para uma determinada carga.

A investigação científica orientou-se então para o estudo dos efeitos específicos que o treino da potência produz na relação força-velocidade e na potência muscular produzida. Os estudos de Kaneko (1974, in Moritani 2003) conseguiram demonstrar melhorias significativas na curva força-velocidade e na correspondente potência muscular, resultado do treino de potência, que consistiu num treino com a duração de 20 semanas com a utilização de diferentes cargas – 0%, 30%, 60% e 100% de uma CVM.

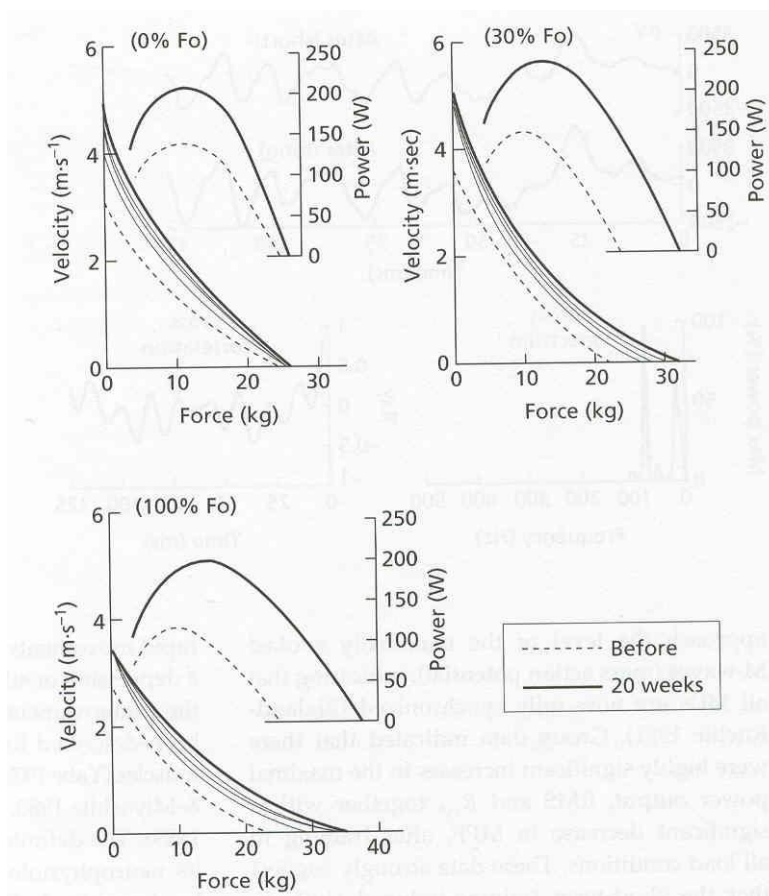


Figura 2-2 Relações das curvas força-velocidade e força-potência de 20 semanas de treino com diferentes cargas (Adaptado de Moritani, 2003)

Por isto, há um compromisso entre a força máxima e a velocidade a que é alcançada a potência máxima de cada atleta em cada ação muscular (Siegel et al, 2002). Assim, são vários os estudos científicos que tentam identificar qual a carga onde se obtém o maior valor de potência.

### 2.2.1 Carga adequada para a produção máxima de potência

A carga que maximize a potência mecânica produzida deve ser a utilizada no treino, uma vez que é a que permite aumentar a potência muscular que cada atleta consegue produzir. Apesar de ser unânime esta ideia entre diversos autores, o fator discordante é a identificação da carga ótima para o aumento do rendimento da potência muscular. Ou seja, os diversos estudos que têm sido produzidos têm encontrado bastantes pontos de discordância. Há no entanto

um espectro largo sobre quais os valores ideais para o treino da potência. Este varia entre os 30% e os 60% de 1 RM, mas varia ainda consoante a especificidade do exercício e não só. Se estivermos a falar de exercícios para os membros superiores por exemplo, indivíduos não treinados e exercícios mono-articulares, este pode variar entre os 30% e os 45% de 1RM, ao passo que para os membros inferiores, indivíduos treinados e exercícios multi-articulares, podemos encontrar valores de 30% a 70% de 1RM (Kawamori e Haff, 2004).

Alguns estudos referem que a potência máxima é obtida com resistências de 30% do máximo isométrico (Faulkner e Mccully, 1986, in Kawamori e Haff, 2004) e outros que é entre os 30% e os 45% de 1 RM (Harris et al, 2000; Newton et al, 1997). Segundo Wilson et al (1993) são os 30% da força isométrica máxima do indivíduo que permitem alcançar a potência máxima, tal como Faulkner e Mccully (1986) referiram no seu estudo. Também Moss et al (1997, in Kawamori e Haff, 2004) encontraram valores idênticos. Segundo Siegel et al (2002), o pico de potência foi alcançado nos 40% de 1RM, havendo um plateau entre os 40% e os 60%. Neste estudo, foram encontrados valores de 428W para 30% de 1 RM e 214W para 90% de 1RM, para as execuções no supino. Há no entanto estudos realizados por diversos autores que apresentam um espectro de variação bastante superior, entre os 10% e os 80% de 1 RM, dependendo do tipo de exercício executado (membros superiores ou membros inferiores; mono-articular ou multi-articular) e da experiência dos atletas (Kawamori e Haff, 2004). Os estudos apontam assim para que haja uma diferença entre as recomendações que se fazem quanto às cargas a aplicar para maximizar a potência, consoante os grupos musculares envolvidos e os movimentos a serem executados (Siegel et al, 2002). Além do mais, as curvas da potência-carga são também diferentes para exercícios de membros superiores e de membros inferiores, sendo estas diferenças justificadas pelos diferentes grupos musculares utilizados, diferentes graus de movimento, diferentes tipos de treino, distribuição das fibras musculares e arquitetura do músculo (comprimento e ângulos de penação) (Siegel et al, 2002; Izquierdo et al, 2002)



Carga Ótima (Membros Superiores)	Referência
30% de CVM	Faulkner et al. (1986) Wilson et al. (1993) Moss et al. (1997)
30-45% de 1RM	Izquierdo et al (2001, 2002)
40-50% de 1RM	Mayhew et al (1997)
40-60% de 1RM	Siegel et al (2002)
30-45% de 1 RM	Harris et al. (2000) Newton et al. (1997) Kaneko et al (1983)
30-70% de 1 RM	Kawamori et al (2004)

Tabela 2-2 Cargas ideais para obtenção da potência máxima

Estas referências são um pequeno exemplo da discussão que tem existido sobre o espectro do valor da carga mais eficaz para o desenvolvimento da potência no treino de força, em exercícios de supino.

Como já foi referido, o nível de força pode influenciar a carga ótima para o desenvolvimento da potência. Segundo Stone et al (2003) os atletas com maiores valores de força máxima foram os que produziram uma maior potência máxima com cargas mais elevadas (40% de 1RM num salto estático a partir da posição de flexão dos joelhos a 90°), quando comparados com atletas com menos força máxima (10% de 1RM). Segundo este estudo, um aumento da força máxima iria originar um aumento da carga ótima para a produção de potência. Por outro lado, os estudos de Baker (2001), encontraram resultados contraditórios aos de Stone et al (2003). Segundo Baker (2001a), os atletas com maior força máxima são os que utilizam as cargas mais baixas de 1RM para a produção de máxima potência no exercício de supino com lançamento da barra e salto estático a partir da posição de flexão dos joelhos a 90°. Assim, para os atletas mais fortes, os valores variam entre os 46-51% de 1RM, em

contraste com valores entre os 59-69% de 1RM para os atletas mais fracos. Baker (2001a) refere no entanto que apesar de normalmente se utilizarem cargas a 55% de 1RM para testes em que se pretende identificar a potência máxima dos indivíduos, nos treinos do dia-a-dia, é mais vantajoso utilizar resistências mais baixas (20-45% de 1RM) em períodos de fadiga ou de um grande volume de treino, e resistências mais elevadas (46-63% de 1RM) para as últimas semana de um ciclo de treino que corresponda a um menor volume de treino e a um pico de intensidade.

Surgem desta forma duas correntes que defendem metodologias diferentes para o desenvolvimento da potência. Uma que refere que se devem utilizar grandes cargas (acima dos 80% de 1RM) com o objetivo de solicitar as UM de maior calibre (*Fast-Glycolitic*) de acordo com o princípio do tamanho (Kawamori e Haff, 2004), e outra que defende que para os atletas aumentarem a sua potência, deviam treinar com a velocidade e a resistência adequada que maximize a potência produzida (Kawamori e Haff, 2004; McBride et al, 2002; Newton et al, 1994).

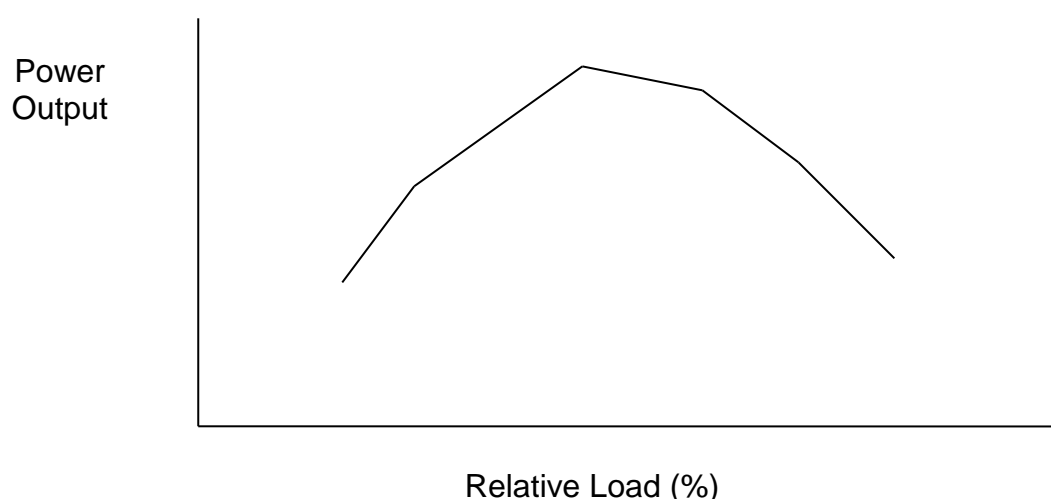


Figura 2-3 Esquema de uma curva de potência-carga (Adaptado de Kawamori e Haff, 2004)

### **2.2.2 Cargas elevadas Vs Exercícios explosivos**

São vários os métodos de treino que estão ao dispor dos atletas para aumentarem a sua potência muscular. No entanto, e no seguimento das duas correntes existentes, são dois os métodos de treino mais utilizados: treino com cargas elevadas e treino explosivo com cargas leves.

No treino com cargas elevadas (acima dos 80% de 1RM), a velocidade de deslocamento é baixa, uma vez que a resistência a vencer é muito grande. De acordo com vários autores, este é um dos métodos que resulta no aumento da força máxima e consequente potência muscular. Este método, que assenta no princípio do tamanho, sugere que é necessário utilizar grandes cargas para se recrutarem as fibras de maior calibre, de maior resistência e de maior potência. (Sale, 2003; Fleck e Kraemer, 1997; Kawamori e Haff, 2004). São estas unidades motoras, as fásicas, que são responsáveis por uma maior produção de potência do que as fibras tónicas, e responsáveis por melhorar a prestação desportiva dos atletas em exercícios dinâmicos (Harris et al, 2000; Kawamori e Haff, 2004). Com o avançar do tempo, este método foi revisto e alguns autores referem que a velocidade pode também ser treinada com cargas elevadas, caso os movimentos sejam executados da forma mais explosiva ou rápida possível de maneira intencional. Desta forma, obtêm-se ganhos na taxa de produção de força (Cronin et al, 2001; Cronin et al, 2002; Young e Bilby, 1993).

São vários os estudos que dão força a este método, nomeadamente o de Aagaard et al (2002) ao demonstrar que houve um aumento da TPF em indivíduos não treinados sujeitos a 14 semanas de treino com cargas elevadas. Infelizmente, neste estudo não há qualquer referência sobre se tinha sido dada a indicação de os atletas levantarem as cargas o mais rápido possível. Uma outra razão que tem sido apontada para apoiar este método, é o facto de ter sido estabelecida uma elevada correlação entre os níveis de força máxima de um indivíduo e a potência que consegue ser produzida, utilizando quer cargas leves quer elevadas. Assim, e como a força máxima desempenha um papel importante na produção de potência, esta pode melhorada com o aumento da força máxima (Stone et al, 2003).

Quanto aos métodos explosivos que utilizam cargas leves (abaixo dos 60% de 1RM), os exercícios são executados o mais rápido possível, atingindo grandes velocidades e elevadas TPF (Haff et al, 1997; Harris et al, 2000). O que está na base da explicação destes métodos é a especificidade da velocidade de execução do movimento ser traduzida numa elevada TPF. Como tal, deve-se procurar sempre adequar o valor da resistência de forma a permitir obter a máxima potência (Haff et al, 1997; Cronin et al, 2003; Baker et al, 2001; McBride et al, 1999). Assim deve-se procurar treinar a uma velocidade próxima da velocidade de competição, mas que permita obter valores elevados de potência. Destaca-se desta forma a importância da TPF e do seu desenvolvimento em ações musculares inferiores a 200/250ms. Daí ser referido em diversa literatura que se devem utilizar cargas leves de forma explosiva para desenvolver a TPF.

	Aumento da altura de salto (%)	Aumento da força máxima (%)	Referência
Treino com cargas elevadas	7	16	Wilson et al (1993)
	7	30	Hakkinen & Komi (1985a, 1985b)
Treino explosivo	15	Sem significado	Wilson et al (1993)
	21	7	Hakkinen & Komi (1985a, 1985b)

Tabela 2-3 Comparação de efeitos do treino com cargas pesadas e exercícios explosivos (Kawamori e Haff, 2004)

A análise desta tabela permite, de uma maneira simples, constatar que o treino de forma explosiva apresentou, nestes estudos realizados, melhores resultados ao nível da potência muscular dos membros inferiores, quando comparada com o treino que utiliza cargas elevadas.

Os estudos de Hakkinen e Komi (1985a, 1985b, in Kawamori e Haff, 2004)) demonstraram que 24 semanas de treino explosivo, utilizando vários tipos de saltos com cargas leves, resultaram num aumento de 21% na altura de salto,

quando comparado com atletas que utilizaram exercícios de agachamentos com cargas elevadas (70-120% de 1 RM). De acordo com Kawamori e Haff (2004), as conclusões de Hakkinen e Komi vão ao encontro das conclusões de um grande grupo de investigadores. Contudo, há alguns investigadores que defendem a utilização de cargas elevadas para o desenvolvimento da velocidade e potência.

Um outro estudo de Toji e Kaneko (2004) testou diferentes programas de treino em três grupos que utilizavam várias cargas (desde 30% até 100% de CVM) com diferentes combinações, para tentar melhorar a velocidade e a potência dos músculos flexores do cotovelo. Era objetivo utilizar contrações isométricas máximas e contrações concêntricas, para tentar identificar a melhor combinação de cargas possível. Ficou concluído que a velocidade máxima aumentou significativamente em todos os grupos, não havendo diferenças significativas entre os diferentes grupos. Quanto à potência, esta também aumentou em todos os grupos, sendo que o grupo em que a diferença foi maior foi o que utilizou repetições com 30%, 60% e 100% da CVM, durante a mesma sessão de treino. Mais se concluiu que o aumento da potência apresentou várias correlações, com a velocidade a diferentes cargas (10%, 20%, 30%, 45% e 60% de CVM), sendo a mais significativa a 30% de CVM ( $r= 0.933$ ,  $p< 0.01$ ). Assim, ficou recomendado que 1 série com 4-6 repetições com 2-3 cargas de 30%, 60% ou 100% da CVM, é suficiente para aumentar a força máxima, potência máxima e velocidade máxima dos flexores do cotovelo.

### **2.2.3 Relação entre carga e velocidade no desenvolvimento da potência**

Na sequência dos estudos realizados sobre os métodos utilizados para o desenvolvimento da potência muscular, outras investigações têm apontado para uma relação existente entre a curva de força-velocidade e o uso de cargas pesadas versus o uso de cargas leves.

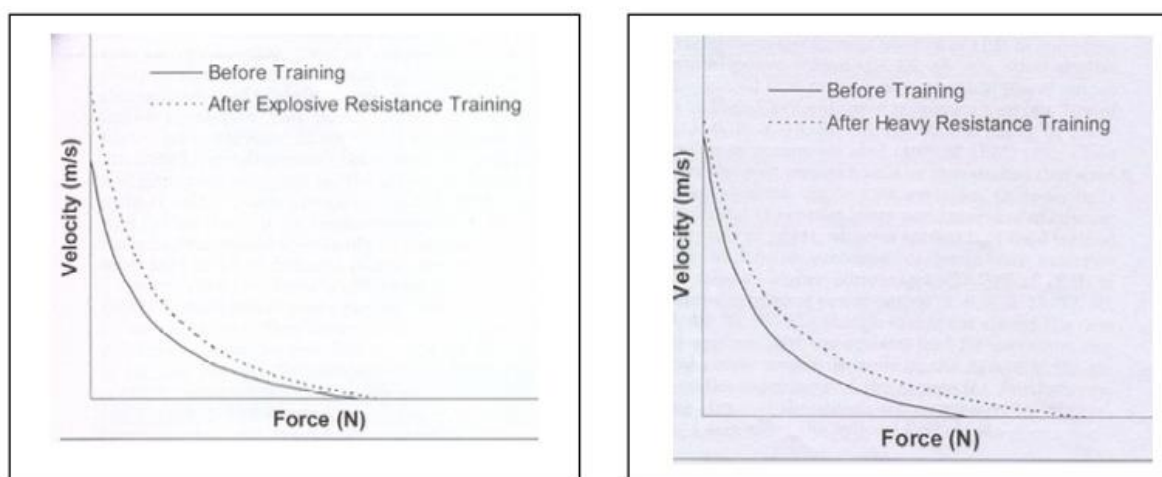


Figura 2-4 Efeitos do treino utilizando cargas leves e exercícios explosivos (Adaptado de Kawamori e Haff, 2004)

De acordo com Kawamori e Haff (2004) o treino com cargas elevadas produz adaptações na zona das forças elevadas da curva força-velocidade, ao passo que o treino explosivo produz adaptações na zona das velocidades elevadas da mesma curva força-velocidade (Figura 2-4). Há assim adaptações específicas em função das cargas utilizadas, que podem estar relacionadas com alterações elétricas do músculo ou alterações das propriedades contrácteis do músculo.

Desta forma, os atletas devem adotar uma estratégia no treino adequada à especificidade da sua modalidade. Ou seja, devem aplicar a metodologia mais adequada para a produção de potência muscular utilizando cargas de acordo com as resistências que encontram na competição.

Segundo DeRenne et al (2001), Newton e Kraemer, (1994), quando pensamos em atividades que implicam o deslocamento de cargas leves, como por exemplo o lançamento de uma bola, a especificidade das mesmas aponta para o desenvolvimento da potência com velocidades elevadas e cargas leves, condições estas muito próximas às das da realidade da tarefa.

No entanto, segundo Stone et al (2003), é possível o treino com cargas elevadas produzir efeitos na produção de potência mesmo contra cargas leves.

No seu estudo, Stone encontrou uma relação elevada entre a força máxima de cada indivíduo no agachamento (1 RM) e a potência produzida com cargas de apenas 10% de 1RM. Este estudo, que contou com 22 indivíduos, apresentou valores de potência de 5199,73 W para 10% de 1RM, que foi decrescendo até aos 3030,79 W, para 100% de 1RM, no agachamento com contra movimento. A maior correlação entre 1 RM e a potência produzida foi nos 50% com valores de  $r=0,87$  e  $r=0.93$  para o agachamento com contramovimento e estático, respetivamente.

Stone et al (2003) realça que o facto de ter sido estabelecida uma elevada relação entre força máxima e produção de potência com cargas leves, não deve levar a que se descure o treino específico da velocidade, recorrendo ao uso de exercícios explosivos e de um planeamento cuidado. Este deve ser orientado numa fase inicial para o ganho da força máxima, seguido de períodos de desenvolvimento da velocidade e da potência, dando a importância devida à TPF e aceleração.

Também o estudo de Kaneko et al (1983, in Moritani, 2003) demonstrou a importância da especificidade das adaptações produzidas face aos objetivos do treino. Na sua investigação, constatou-se que treinar com ações máximas a 0% da CVM levava ao desenvolvimento da velocidade máxima. Pelo contrário, o treino com cargas a 100% da CVM levava essencialmente ao aumento da força máxima. Já o treino a 30% da CVM levava ao aumento da potência muscular.

#### **2.2.4 O treino balístico no desenvolvimento da força e da velocidade**

Segundo Olsen e Hopkins (2003), o treino que leve ao desenvolvimento da Taxa de Produção de Força pode levar ao aumento da prestação desportiva em vários desportos de características explosivas, como por exemplo o karate. No entanto, os programas de treino que têm vindo a ser desenvolvidos nas artes marciais, têm produzido resultados diversos e incoerentes, quer estejamos a falar de técnicas de pernas ou de braços.

Há estudos que mostraram um aumento da velocidade da execução de um soco, quando aplicado um treino de força tradicional e um treino no saco de impacto, em indivíduos não treinados e outros com algum nível de treino (Voight e Klausen, 1990, in Olsen e Hopkins, 2003). Pelo contrário, outros estudos há que não encontraram melhorias na velocidade de um pontapé, quando aplicado um treino idêntico, mas desta vez em atletas de elite de artes marciais (Zacho et al, 1996, in Olsen e Hopkins, 2003). A falta de melhorias nos atletas de elite pode ser devida ao uso de um programa de treino de força convencional. O treino dos indivíduos e o seu nível técnico parecem ter influência na transferência dos efeitos de um treino de força para os movimentos específicos do desporto (Olsen e Hopkins, 2003). Segundo Chestnut e Docherty (1991), Kraemer et al (1996), Muller et al (2000), Sleivert et al (1995), o treino de força geral ou mais tradicional produz melhorias na prestação de movimentos desportivos em indivíduos não treinados. Pelo contrário, e segundo Aagaard et al (1994), Baker (1996), Muller et al (2000), Newton e Kraemer (1994), Newton et al (1999), em atletas treinados ou especialistas, são necessários programas de treino muito mais específicos e especializados para conseguir produzir melhorias nas prestações desportivas. No caso das artes marciais, há indicações que sugerem que se estas incluírem exercícios balísticos específicos que simulem as contrações musculares que ocorrem antes da execução de um pontapé ou um soco, os atletas poderão obter benefícios nas suas execuções técnicas (Olsen e Hopkins, 2003). Tais indícios advêm do estudo de Beraud e Gahery (1995, in Olsen e Hopkins, 2003), que concluíram que as contrações musculares prévias a um pontapé estão relacionadas com a aceleração e força do gesto. Um estudo de Wilson et al (1994, in Olsen e Hopkins, 2003), concluiu que o treino isométrico (quer seja de contração lenta ou rápida) produzia melhorias na força isométrica máxima, mas não na prestação dinâmica de extensão do cotovelo. Ou seja, o treino isométrico não traria grandes melhorias na velocidade de um soco como o Gyaku-Tsuki.

O estudo de Olsen e Hopkins (2003) concluiu que não houve grandes diferenças entre dois grupos de atletas (um, sujeito a um programa de treino balístico, e o outro grupo de controlo sujeito a um treino normal) quanto à força



que conseguiram aplicar num alvo, através de um soco e de um pontapé. No entanto, já encontraram grandes diferenças entre a velocidade de execução de todos os gestos, tendo o grupo de treino balístico apresentado valores mais elevados que o grupo de controlo. Parece assim que o treino balístico traz vantagens para o aumento da velocidade, e, neste caso, para a velocidade da mão. O treino balístico pode ter desta forma produzido adaptações específicas, que permitiram aumentar a taxa de produção de força no início do pontapé e do soco e que permitiram aumentar a velocidade dos movimentos nos atletas treinados. Dado interessante foi reparar que o aumento da velocidade de execução resultou numa diminuição da força de impacto das diferentes técnicas.

Uma das conclusões deste estudo foi a da especificidade do treino, uma vez que houve melhorias substanciais na velocidade do pontapé lateral e do soco frontal do grupo experimental, mas poucas alterações no pontapé frontal. Tal deve-se à semelhança que existe entre os dois primeiros movimentos e o exercício balístico, contrariamente ao pontapé frontal, que apresenta uma dinâmica de movimento bastante diferente (transferências de peso entre membros e extensão de pernas). Esta indicação vai ao encontro do que diversos autores referem (Haff et al, 2001; Harris et al, 2000; Newton et al, 1999), quando afirmam que as melhorias são específicas face ao tipo de movimentos executados, sendo que o treino explosivo traz melhorias normalmente em movimentos que requerem uma elevada taxa de produção de força. Para além disto, quer o pontapé lateral quer o soco têm menor duração do que o pontapé frontal, ou seja, um movimento mais rápido, próximo de um balístico. Deste modo o treino balístico está mais próximo do gesto executado.

O nível técnico dos atletas foi outro fator importante na prestação destes. Segundo Olsen e Hopkins (2003), houve melhorias na força de impacto do soco e dos pontapés nos atletas menos experientes durante todo o período de treino. Pelo contrário, não houve melhorias significativas nos atletas mais experientes em nenhuma das técnicas, apesar de terem sido os que apresentaram valores mais elevados no teste de 1RM. A reforçar esta ideia, também o estudo de Zacho et al (1996, in Olsen e Hopkins, 2003) concluiu que

em atletas altamente especialistas em artes marciais, o aumento da força com métodos de treino convencionais não produz melhorias na prestação dos seus pontapés.

Sabendo que o treino de força geral e o treino balístico produzem melhorias nas prestações desportivas e que o nível de aumento depende das características técnicas dos atletas, podemos afirmar que o nível técnico dos atletas deve ser sempre equacionado nos planos de treino criados para o treino da força. Assim, atletas menos treinados poderão usar métodos de treino convencionais enquanto que atletas altamente especializados poderão ter de utilizar métodos de treino balísticos para aumentarem a velocidade dos seus gestos. Mais especificamente, Olsen e Hopkins (2003) recomendam que o treino balístico deve ser orientado para estimular as ações e contrações musculares que ocorrem no início dos movimentos, sendo mais eficaz este treino em ações musculares a grande velocidade que partam de posições estáticas.

Um outro estudo de Newton et al (1996) procurou também identificar diferenças entre um exercício balístico do supino (com lançamento da barra) e uma execução normal no supino. Concluiu que o exercício balístico obtinha melhores resultados de velocidade máxima, de força e de potência máxima, durante a fase concêntrica do exercício e em especial na fase final do mesmo. Para além disto, o registo eletromiográfico utilizado permitiu concluir que houve diferenças significativas da atividade muscular nos diferentes exercícios. Estas diferenças encontradas são justificadas pela necessidade que há de travar o movimento da barra no final, para diminuir o risco de lesão, ao contrário do supino com lançamento da barra, em que não há necessidade de travar a barra. Assim, os músculos antagonistas, no supino tradicional, entram em ação mais cedo, e os agonistas veem diminuído o seu papel no movimento.

Um outro estudo que procurou encontrar a carga ótima para maximizar a potência no supino tradicional e no supino com lançamento da barra, foi o de Cronin et al (2001). Neste trabalho, conclui-se que o melhor valor é entre os 50-70% de 1RM, ou seja onde os atletas obtêm valores mais elevados de potência

para ambas as situações. No entanto, este estudo não conseguiu encontrar diferenças significativas entre os dois exercícios, pelo que mais investigação deve ser realizada.

## **2.3 O Karate-Do**

### **2.3.1 As origens em Okinawa**

Não é objeto de estudo desta tese realizar uma investigação aprofundada sobre a génese do karate-do no mundo, nem identificar todas as raízes desta arte de combate até à sua chegada ao nosso país. No entanto, e segundo Funakoshi, (1935, in Figueiredo, 2006, p.15) *“Estudar o velho é entender o novo”*.

A localização particular da ilha de Okinawa, que se situa próximo do Japão, Coreia e China, tornou-a um ponto de encontro de diversas culturas. Para além desta particularidade, o facto de ser uma ilha isolada, fraca em recursos naturais, fez com que a sua ocupação nunca tenha sido realmente encarada por países vizinhos. Desta forma, foi possível manter o traço cultural individual dos habitantes de Okinawa, apesar das heterogeneidades das diversas culturas que por lá passaram. Mais ainda, os Okinawenses conseguiram transformar numa vantagem e numa fonte de conhecimento e aprendizagem o facto da sua ilha ser um local de passagem de tantas nações (Figueiredo, 2006)

O Karate-do vai sendo desenvolvido numa ilha em que confluem a influência japonesa de senhores da guerra exilados, dos chineses, devido a uma aliança tributária, e da Coreia e de outros países através de relações comerciais (Figueiredo, 2006)

A ideia de que o karate-do deve o seu desenvolvimento à proibição do uso de armas na ilha por parte do imperador Sho-Shin em 1509, levando a que fossem desenvolvidas técnicas de combate alternativas (“de mãos vazias”), tem sido uma das teorias mais defendidas ao longo dos tempos e por diversos autores.

No entanto, Figueiredo (2006) no seu último trabalho, e fruto de novas investigações, desmistifica esta ideia, indicando ser errado atribuir o nascimento do karate-do ao facto de os Okinawenses não possuírem armas, dando como exemplo o facto de haver evidências da existência de tropas armadas, entre muitos outros exemplos que se poderiam apontar.

O karate-do de Okinawa recebe as suas influências diretamente do desenvolvimento das artes marciais de “*Shaolin*”, nome que todos nós relacionamos com as mais diversas formas de luta. O templo de Shaolin surge com a construção de uma Ermida, por volta do ano de 100 a.C., que vai ser alargada por monges oriundos do primeiro mosteiro da China, entre os anos de 78 e 100 d.C.. Esta Ermida da Monhanha Song vai passar a albergar o tesouro oriundo do primeiro mosteiro da China, levando à urgência de encontrar monges especialistas em combate sem armas. Tal acontece finalmente por volta de 260 d.C., com a chegada de dois monges: Kun Su Wei e Heng Ngai Chan (Figueiredo, 2006).

Com a vontade do Imperador da altura (495 d.C.) de criar na Ermida o maior templo budista da época, surge o nome de Shao Lin Shi para o Mosteiro da Pequena Floresta. O templo de Shaolin cresce e desenvolve-se de uma forma espantosa, contando com inúmeros monges e domésticos e com uma área de aproximadamente 36000 Hectares. Urge desta forma uma especialização de guarda ao tesouro, levando a que sejam desenvolvidas e aperfeiçoadas as técnicas de combate, seguindo uma metodologia específica de treino de combate de acordo com os legados de Kun Su Wei e Heng Ngai Chan (Figueiredo, 2006)

É então, nesta catadupa de acontecimentos de desenvolvimento de Shaolin, que chega da Índia um monge budista (520 d.C.) conhecido por Bodhidarma e que se desloca para Shaolin, fundando o Budismo Chan (ou Zen). Ao constatar que os seus monges necessitavam de melhorar a sua condição física para conseguirem acompanhar a exigente prática de meditação, Bodhidarma cria um novo programa de treino físico, com exercícios para o corpo e para a mente (com algum aproveitamento também dos exercícios já utilizados no mosteiro),

adicionando-lhes também conhecimentos de Yoga. Ficaria assim interligada a prática de artes marciais com exercícios de saúde e de prática religiosa (Figueiredo, 2006; Castelo, 1984; Oliva et al, 1982).

Com o passar dos tempos, vão sendo cada vez mais os sucessores de Bodhidarma, que se vão dedicar às artes marciais e espalhar de alguma forma o seu conhecimento pela China e pelas restantes regiões vizinhas. Desta forma, e devido a diversas ações, o nome de Shaolin ecoa por todo o império da dinastia Tang (618-907). O seu nome e reconhecimento vão tendo ao longo da história melhores e piores períodos, mas as suas influências tiveram repercussões nas artes marciais da China e em particular, nas de Okinawa (Figueiredo, 2006; Oliva et al, 1982).

Em Okinawa, e resultante da grande circulação de pessoas e bens, foram-se estabelecendo militares, mestres e discípulos de várias artes marciais, que foram dando origem a diferentes estilos e diferentes formas de combate.

Segundo Funakoshi (2001, in Figueiredo, 2006) não há qualquer dúvida quanto ao facto de os habitantes de Okinawa terem praticado artes marciais sob orientação de mestres chineses; é igualmente inquestionável que o Karate praticado na ilha de Okinawa apresenta os elementos originais importados da China.

Em Okinawa, antes do século XIX, a prática do Karate era muito pouco conhecida e divulgada, estando esta arte marcial rodeada de algum mistério e secretismo. Este secretismo não estaria tanto relacionado com o desarmamento da população (como já foi referido anteriormente) mas sim com a prática restrita a apenas alguns membros das classes mais elevadas da sociedade Okinawense, evitando dessa forma a massificação da prática. Isto relacionava-se com maneiras de estar na sociedade e com uma elevada ética por parte dos seus praticantes, tendo como alguns exemplos a importância que ainda hoje se dá à cortesia e à saudação nos combates de Kumite ou Kata (Figueiredo, 2006; Castelo, 1984).

Há de ser um funcionário do estado de Okinawa, Matsumura, a influenciar decisivamente a história do karate, com as suas técnicas de diferentes artes aprendidas em diferentes países. Segundo Figueiredo (2006), Matsumura, que trabalhou também como segurança para três reis consecutivos, é considerado por diversos historiadores como uma *“das principais personagens fundadores do Karate moderno”*

Matsumura teve vários discípulos, que com o evoluir do tempo foram dando origem a diversos estilos, sendo difícil identificar com clareza todas as origens de cada estilo. No entanto Funakoshi, um dos principais alunos de Matsumura, defende que há apenas dois verdadeiros (*Shôrei-ryû* e *Shorin-ryû*) e que o facto de surgirem cada vez mais estilos diferentes, apenas irá prejudicar o desenvolvimento do Karate (Figueiredo, 2006).

O karate de Okinawa ganha no entanto evidência e expansão quando começa a ser utilizado como preparação para as tropas militares japonesas, que constataram que os estudantes Okinawenses que praticavam karate tinham corpos muito mais desenvolvidos. A partir daqui, dá-se uma massificação do ensino do karate desde a escola primária, com o objetivo de tornar os futuros militares em especialistas nas artes marciais e de lhes conferir uma preparação física superior à dos inimigos (inícios dos século XX) (Castelo, 1984). O karate chegou por isso a fazer parte do currículo nacional de Educação Física em Okinawa (Figueiredo, 2006).

Funakoshi, que irá acabar por se tornar um dos principais mestres do Karate moderno e responsável pela sua divulgação (Castelo, 1984), vai tendo um papel muito ativo através de diversas publicações e escritos, bem como pela participação em diversas demonstrações. Funakoshi, por volta de 1922, acabaria por ficar estabelecido em Tóquio, desenvolvendo o Karate fora de Okinawa, dando o contributo decisivo para a expansão do mesmo. Funakoshi contou com o apoio de Jigoro Kano, na divulgação do karate de Okinawa (Figueiredo, 2006; Oliva et al, 1982). Funakoshi foi o grande responsável por divulgar as artes marciais no mundo e levantar o véu sobre os segredos que até então existiam (Oliva et al, 1982)

O karate passa então a ser desenvolvido e praticado nas universidades Japonesas, com a existência de centros de prática. Os futuros mestres vão assim passar a ser indivíduos com graus académicos superiores, bem como com profissões distintas, dando uma imagem positiva do karate (Figueiredo, 2006, Castelo, 1984).

### **2.3.2 A competição de Karate no Japão**

A partir de 1950, e com um novo movimento de desenvolvimento do karate após a sua interrupção com a II Grande Guerra, o karate começa a institucionalizar a competição (Castelo, 1984). Estas primeiras competições vão surgindo com alguns combates entre universidades do mesmo estilo, acontecendo em 1965 os primeiros campeonatos japoneses (Figueiredo, 2006).

Surgem assim cada vez mais Federações, que se vão ligando diretamente à Federação Japonesa de Karate, permitindo que se organizem competições e ações de formação por todo o país. Por sua vez a Federação Japonesa de Karate fica ligada à Federação Mundial de Karate, assumindo um papel importante dentro desta, ao ser responsável por identificar os Kata obrigatórios de competição (Figueiredo, 2006).

Assim, a competição como fenómeno desportivo surge principalmente no Japão, através de uma forte atividade associativa, ficando Okinawa circunscrita a um Karate mais tradicional, fechado na sua própria prática e com objetivos diferentes dos da competição institucional. Aqui, o Kumite continuaria ainda envolto de um grande secretismo.

Conseguimos assim compreender que as diferentes artes marciais foram sendo usadas para diferentes fins. No início tiveram objetivos profiláticos, passando depois para um aspeto marcial, para finalmente se institucionalizarem como uma atividade física e desportiva, nas suas diferentes dimensões: recreação, manutenção e competição.

## **2.4 O Desenvolvimento do Karate no Ocidente**

### **2.4.1. O Karate na Europa**

Até finais do século XIX o karate na Europa era apenas visto em alguns espetáculos que incluíam demonstrações desta arte marcial. Só na viragem para o século XX é que o Karate juntamente com o Judo, Aikido, Kendo, começaram a ser transmitidos na Europa.

Foi Henri Plée, francês, que se iniciou na descoberta das artes marciais e que foi responsável pela sua divulgação na França e depois pela Europa. Segundo Cook (2001, in Figueiredo 2006) a França foi o primeiro país a experimentar o verdadeiro treino de Karate, tendo sido publicado em 1948 um artigo sobre Karate na revista Life Magazine, intitulado “*O Desporto dos Cavalheiros*”.

É Henri Plée o primeiro europeu a editar o primeiro livro de karate no Ocidente em 1954. Foi também um praticante autodidata durante muitos anos, até à altura em que conseguiu convidar vários mestres Japoneses para virem para o seu dojo transmitir os seus conhecimentos, dando um grande impulso à sua prática e à divulgação do karate na Europa (Figueiredo, 2006).

Nesta altura, e um pouco como aconteceu no Japão, foram criadas várias associações e clubes, com várias fusões, dando origem a um grande movimento associativo. É fruto deste movimento a criação da *European Karate Union*, da qual Portugal passaria a fazer parte em 1963 (Figueiredo, 2006).

É em 7 de Maio de 1966 que é realizado o 1º Campeonato Europeu de Karate, tendo sido, de acordo com a WKF, um sucesso. É no entanto identificado um problema que urgia resolver: o número de lesões na cara dos atletas foi elevado (Figueiredo, 2006) Já Oliva et al (1982) refere que o único problema importante que a modalidade desportiva apresentava era encontrar a



capacidade de controlar os seus potentes golpes. Se o golpe executado fosse muito longe do alvo, não era considerado ponto, mas pelo contrário se atingia o alvo com excesso de impacto, o competidor era penalizado.

Depois em 1970 é iniciada a fundação da *World Karate Union of Karatedo* (WUKO) que tinha como objetivo o desenvolvimento do Karate no mundo. É neste mesmo ano que se realiza o 1º Campeonato do Mundo no Japão a 10 de Outubro. A partir deste momento estava iniciado o movimento federativo internacional, que continua até aos dias de hoje (Oliva et al, 1982).

#### **2.4.2 O Karate em Portugal**

Portugal tem a sua primeira participação internacional nos segundos campeonatos do mundo realizados em 1972 em Paris, tendo sido representado pelo CPK sem qualquer cobertura da tutela institucional (Figueiredo, 2006). Participa também em 1982 e 1983 nos Campeonatos da Europa.

O processo de institucionalização do karate em Portugal também não foi um processo fácil, podendo ser identificados, segundo Figueiredo (2006), quatro períodos: 1º Período UBU (1963 – 1972); 2º Período CDAM (1972 – 1987); 3º Período FPK – FPKDA (1985 – 1992) e 4º Período FNK-P (1992 – até ao presente).

O primeiro período é marcado pelo início do treino do karate na Academia de Budo, que rapidamente dá origem à Comissão Diretiva de Artes Marciais (CDAM) que coincide com a participação no campeonato do mundo de Paris. Em 1985 é criada a Federação Portuguesa de Karate-do e Disciplinas Associadas (FPKDA) sendo posteriormente extinta a CDAM. Por último, é criada a Federação Nacional de Karate – Portugal que vigora desde 1992 até aos dias de hoje.

O karate, cujo desenvolvimento esteve ligado ao judo, vai atravessando algumas dificuldades consoante as interpretações que eram dadas pela tutela quanto a ser uma arte marcial ou um desporto, assim como aconteceu com o

judo. No entanto, de acordo com Cerveira (1976, in Figueiredo, 2006) é na Academia de Budo, em 1963, que começam a ser ensinados as primeiras técnicas básicas e rudimentares de Karate, dadas por Pires Martins. Pires Martins, que é considerado por Figueiredo (2006, pp. 400) como *“ponto de arranque da sistematização do karate em Portugal, sendo mesmo a data da sua graduação de 1º dan atribuída pela UBU, ou seja por Corrêa Pereira, um dos primeiros marcos de institucionalização do Karate em Portugal, pelo que 10 de Setembro de 1963 poderá ser simbolicamente a data de início do Karate Português”*.

#### **2.4.2.1 A competição institucional em Portugal**

A primeira competição em Portugal teve lugar no dia 19 de Janeiro de 1970, na zona do Estoril e regulamentada segundo as regras internacionais. No entanto, durante os anos seguintes, vai sofrer uma estagnação, fruto da política de repressão que a modalidade viveu. Vão-se então organizando uma série de demonstrações com mestres japoneses, que mobilizam vários praticantes. Juntamente com estas demonstrações, praticantes nacionais vão ao estrangeiro participar em estágios e aproveitar para obterem novos conhecimentos (Figueiredo, 2006).

Este primeiro movimento competitivo teve como consequência, a participação de Portugal (Centro Português de Karate) nos segundos campeonatos do mundo em Paris, como foi dito anteriormente. Infelizmente, Portugal não soube aproveitar este arranque inicial e estagnou, perdendo uma excelente oportunidade de melhorar o quadro do karate nacional.

Há de ser com a extinção da CDAM que o karate começa a ser encarado e visto como fazendo parte do mundo das atividades desportivas, com tudo a que tal visão obrigava. Falamos de metodologias de ensino, sistemas de regulamentação (federações), sistematização da prática, etc., ou seja, funcionando e regendo-se como qualquer outro desporto.

Paralelamente a estas alterações, também a formação de treinadores passa a ser uma preocupação real, alterando-se o estatuto que obrigava os professores de artes marciais a possuírem formação diferenciada dos restantes treinadores de outras modalidades desportivas (Figueiredo, 2006). A formação dos treinadores foi também um processo atribulado, com um percurso difícil até se chegar aos dias de hoje, onde apenas uma instituição (FNK-P) é responsável pela formação dos agentes do ensino.

### 2.4.3 O Kumite

Caracterizar o kumite<sup>2</sup> simplesmente como um combate entre dois adversários é reduzir de uma maneira simplista a complexidade de uma realidade tão diversa. Segundo Castelo (1984) o kumite ou competição de karate apresenta uma *“dinâmica específica, ou seja, um conteúdo que moldado pelas regras de competição, dá origem a uma série de atitudes e comportamentos técnico-táticos, mais ou menos estereotipados. Concretamente é o conteúdo da competição que determina o perfil das exigências impostas aos Karatecas, originando assim um quadro experimental específico.”*

Mas para ser possível caracterizar o kumite é necessário criar um quadro de referência, com características dinâmicas, devido à especificidade da modalidade. O combate de Karate, analisado como jogo de oposição de um para um, vai permitir comparar prestações atléticas dos diferentes praticantes de uma forma standardizada e regulamentada (Dias, 2005). Será a comparação dos resultados com a análise dos conteúdos, que permitirá definir cada vez com maior rigor as inúmeras variáveis que se encontram numa “simples” prova de Kumite.

O Kumite, como prova organizada pela FNK-P, que se encontra devidamente regulamentada, pode ser realizada por qualquer praticante de karate. A partir desse momento, o praticante passa a ser denominado por atleta (Figueiredo, 2006) ou eventualmente por competidor. Os atletas são então classificados por escalões etários (pré-Infantis sub 10, Infantis sub 12, Iniciados sub 14, Juvenis

---

<sup>2</sup> Kumite (Kumi significa encontro e Te mão)

sub 16, Cadetes sub 18, Juniores sub 21 e os restantes são Seniores) podendo depois participar em diferentes disciplinas: Kumite e Kata<sup>3</sup>. Há também uma divisão dentro destas duas disciplinas, por sexo e por individuais ou por equipa. No caso das provas de Kumite individuais, há ainda categorias de peso, que diferem por escalão.

#### **2.4.3.1 O regulamento**

O Regulamento da Competição de Combate (Kumite) de Karate diz respeito a todo o conjunto de normas e de regras que regem e orientam o combate durante toda a sua duração. O regulamento tenta prever todas as situações, com especificações sobre todos os intervenientes, desde a equipa de arbitragem, competidores, equipas médicas, dirigentes, passando por todas as questões organizativas das provas. Por isto, e devido à evolução e transformação da competição de karate, também as Regras de Competição, elaboradas pela “*World Karate Federation*” (Federação Mundial de Karate), têm sido alvo de uma atualização constante. Deste modo, vamos apoiar-nos nas Regras de Competição de 2012 da FMK para explicar de que modo o regulamento condiciona a execução do Gyaku-Tsuki.

#### **2.4.3.2 A área de competição**

A área de competição de karate deve ser formada com peças de tatami próprias, deverá ser um quadrado de 8 metros de lado (medidos a partir do exterior), perfazendo uma área total de 64 metros quadrados, e deverá ter uma área de segurança com dois metros adicionais em cada um dos lados. Esta é a zona de combate, sendo os atletas penalizados sempre que saem da área de competição (Jogai). Da primeira vez que um atleta sai fora da área, recebe uma advertência, passando depois a ser penalizado com um ponto sempre que voltar a sair de novo da zona de combate.

---

<sup>3</sup> Kata significa forma e é constituída por um conjunto ordenado de acções técnico-táticas, executada sem oposição, segundo uma linha de execução, com uma atitude real de combate e com elevada precisão nas técnicas (Figueiredo, 2006)

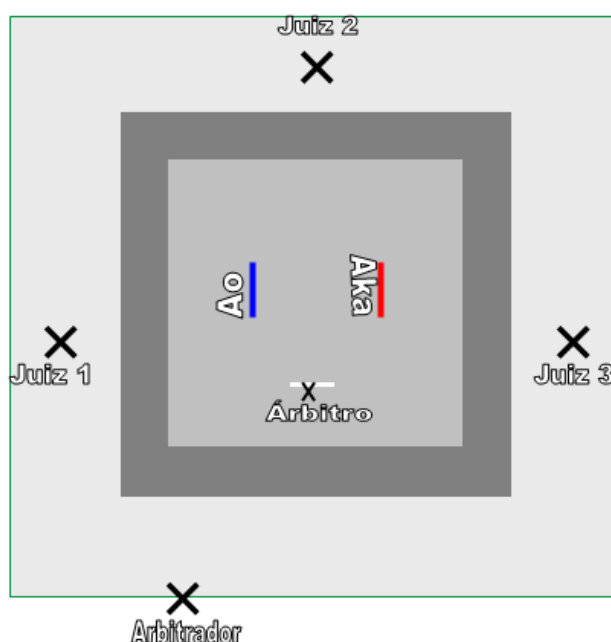


Figura 2-5 Área de Competição

Estando os atletas condicionados pela linha delimitadora da área de competição, é estratégia de muitos competidores, tentarem levar o adversário para uma posição de desvantagem, ao ficarem com a sua mobilidade reduzida por estarem encostados a uma das linhas finais. Nestas situações, o atleta que tem maior mobilidade está em vantagem e vai tentar aproveitar essa situação. Assim, e tendo como referência o estudo de Dias (2005), o atleta em vantagem pode utilizar como estratégia esperar pelo adversário e executar técnicas simples e diretas (Oi-Tsuki, Gyaku-Tsuki, Mae-Gueri, Kizami-Tsuki) antecipando-se e tentando pontuar. Nestes casos, são sequências técnicas simples e diretas que permitem muitas vezes ganhar combates, sendo a maioria técnicas de braços, como por exemplo o Gyaku-Tsuki.

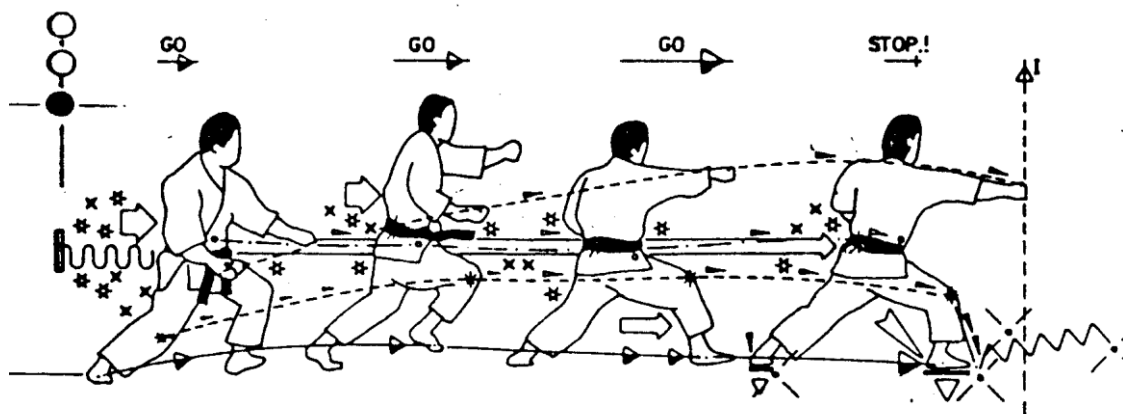


Figura 2-6 Desenho de uma técnica directa (Oi-Tsuki) em que a superfície de contacto percorre um espaço rectilíneo desde o seu ponto de partida até ao alvo (Adaptado de Dias, 2005).

#### 2.4.3.3 A atribuição de ponto

Segundo o ponto 2 do artigo 6º das Regras de Competição de 2003 da FMK, é dada pontuação a uma técnica na prova de Kumite quando executada numa área pontuável e que esteja de acordo com seguintes critérios:

- Boa Forma
- Atitude Desportiva
- Aplicação Vigorosa
- Alerta (Zanshin)
- Boa oportunidade (tempo de entrada/ timing)
- Distância Correta

Como já foi referido anteriormente, a regra base do Kumite é a do controlo rigoroso do "contacto" em cada ação de ataque (princípio do Sun-dome: os ataques param a alguns centímetros do alvo, antes do impacto (Habersetzer, 1987). Esta regra é essencial e visa proteger a integridade física dos atletas em todos os escalões de competição.

Assim, os árbitros, ao avaliarem cada execução técnica, vão ter em atenção cada um destes seis critérios, sem os quais a técnica, mesmo que atinja o alvo, não será válida. Desta forma, e tendo em conta os objetivos do nosso estudo, interessa clarificar o que se entende por Boa Forma, Aplicação Vigorosa e

Distância Correta, para melhor compreendermos a importância da força e da velocidade no Gyaku-Tsuki.

*“Boa Forma diz-se quando as suas características lhe conferem eficácia provável dentro dos parâmetros conceptuais do Karate tradicional”*

*“Aplicação Vigorosa define a potência e a velocidade de uma técnica, assim como a vontade palpável de que esta seja bem sucedida. “*

*“Distância correta significa também realizar uma técnica na distância em que se tem o seu maior efeito potencial. Se a técnica se realiza sobre um oponente que se afasta rapidamente, o efeito potencial do golpe é reduzido”*  
(FNK-P, 2003, p.8-9)

Através da leitura e interpretação da definição dos três critérios retirados do Regulamento de Competição de 2003, percebemos a importância que a força e a velocidade, aliadas a uma distância sempre adequada, têm na execução técnica do Gyaku-Tsuki, por forma a ser considerada uma técnica válida e passível de pontuação. Ao competidor não basta apenas tocar no alvo com a técnica adequada. Esta tem que ser bem executada do ponto de vista técnico, com velocidade e potência visível, bem como à distância ideal para tocar no adversário sem provocar lesões.

Para além disto, e caso o combate termine num empate<sup>4</sup>, a vitória será atribuída por voto final do Árbitro e Juízes (Hantei). A decisão que será tomada a favor de um dos competidores é obrigatória e tomada com base no seguinte (FNK-P, 2003):

- a) A atitude, o espírito de luta e a força demonstrada pelos competidores.
- b) A superioridade tática e técnica demonstrada.
- c) A quantidade de iniciativas de ação tomadas pelos competidores.

---

<sup>4</sup> O resultado do combate é determinado pela obtenção de uma vantagem de oito pontos durante o tempo regulamentar, ou, no final do tempo regulamentar pela obtenção do maior número de pontos. Se houver empate, será feito um prolongamento (Encho-Sen). Caso persista o empate no final do prolongamento, há uma decisão do Árbitro e Juízes.

Também neste caso os atletas são avaliados pelo nível técnico que demonstram nas execuções e pela força e potência que empregam nas técnicas aplicadas. Mais ainda, o elevado número de ações ofensivas que cada atleta realiza no combate, que pressupõe um bom desenvolvimento das capacidades motoras, é também fator decisivo na avaliação do Árbitro e Juízes.

## **2.5 Os Desportos de Combate – A Compreensão Biomecânica**

Para a análise de qualquer fenómeno devemos-nos socorrer das várias áreas do conhecimento para tentarmos ter a visão global do mesmo e conseguirmos evoluir na sua compreensão. Quando pensamos nos desportos de combate, pensamos em dois opositores, cujas ações se resumem a movimentos como pontapés, socos, pegas, etc., em que podemos aplicar certos princípios mecânicos que nos permitem responder a muitas questões. Por exemplo, o Princípio de Newton  $F=m \cdot a$ , é um dos muitos que se podem aplicar no estudo dos desportos de combate, quando pensamos por exemplo em ações ofensivas. Os princípios da estabilidade e da absorção de forças são também aplicados quando analisamos defesas e bloqueios a ataques. Para além disto, e devido à proximidade dos opositores, o *“timing”* (oportunidade de ação) com que se realizam as ações é fundamental, pois uma técnica executada corretamente pode não ter qualquer efeito se for realizada uns milissegundos antes ou depois.

### **2.5.1 O karate**

No karate, o conjunto de movimentos executados é de uma elevada complexidade e são normalmente representados em termos de modelos descritivos com o objetivo de representar pontos particulares, fases ou eventos de movimentos dinâmicos (Smith, 1999)



### 2.5.1.1 Os elementos característicos

Segundo Smith (1999), são vários os elementos que são utilizados no karate com objetivo de o caracterizar.

Quando Smitth (1999) utiliza a expressão “*expansão e contração do corpo*” está a caracterizar a utilização do espaço e da distância como meio de alcançar o alvo. É importante para um atleta que consiga aproveitar a amplitude máxima dos seus movimentos para cobrir a distância necessária para avançar ou recuar perante o adversário e executar as técnicas na distância ideal. Para além deste elemento, também a correta interação entre tensão e relaxamento muscular vai permitir a correta expansão ou contração dos segmentos envolvidos. Desta forma, a estabilidade segmentar, a coordenação agonista-antagonista e as forças sinérgicas desenvolvidas são importantes também para o karate.

A forma ou a figura com que cada atleta executa as determinadas ações, são resultado do treino e da disciplina que empregam neste. Esta forma pode estar relacionada apenas com alguns segmentos corporais ou então com todo o corpo. Para além da qualidade estética que acompanha normalmente a forma e os movimentos do karate, também a maneira de posicionamento do corpo e dos seus segmentos ajuda na preparação da estabilidade e força necessárias para a preparação das várias fases do movimento. Segundo Sforza et al (2002), a eficácia das técnicas depende bastante do correto posicionamento do corpo, sendo que todos os segmentos devem estar harmonizados para permitir a necessária estabilidade para sustentar o choque dos ataques ou defesas executados. A forma como o atleta se posiciona é fundamental para poder preparar-se para qualquer tipo de defesa. Para além da forma, também o “*timing*” ou oportunidade de ação, é um fator extremamente importante para o karate.

Por “*timing*” entende-se não só oportunidade de ação, mas também sincronização ou coordenação. A sincronização interna de todas as ações musculares vai permitir a produção de movimentos suaves e ritmados, sendo

esta qualidade a responsável por conseguir somar as forças produzidas individualmente por cada segmento, traduzindo-se, por exemplo, num aumento da velocidade da mão. Esta velocidade, que será sempre superior à conseguida pela simples ação de uma extensão isolada do braço. Isto porque os segmentos corporais estão coordenados de modo a que velocidade do centro de gravidade, a velocidade de rotação das ancas, a velocidade de retração do ombro e a velocidade linear da mão, devido à extensão do antebraço, sejam aumentadas quando o segmento anterior da cadeia atingiu a sua velocidade máxima.

Se pelo contrário estivermos a fazer referência a um “*timing*” exterior, estamos a referir apenas a uma coordenação de movimento de um sistema, por exemplo, um atleta que, em interação com outro, executa um movimento com um determinado objetivo. Como exemplo, costuma-se dizer que um atleta teve um bom “*timing*” se conseguiu realizar um contra-ataque num adversário, quando este se encontrava numa posição de nítida desvantagem.

No movimento do corpo humano por parte dos atletas, o controlo da velocidade de todos os seus segmentos é essencial para técnicas com elevada qualidade. No entanto, e na análise da mesma, é importante analisarmos o seu vetor, que tem direção e sentido. Daí que seja decisivo sabermos sempre a direção do ataque para se poder compreender a eficácia da ação. Também a potência, que diz respeito à taxa com que a energia é convertida em trabalho, está relacionada com a velocidade e com a eficácia das ações. Se a produção de trabalho for elevada num curto espaço de tempo, então teremos uma elevada potência. No karate, podemos ter situações distintas sobre a quantidade de potência a aplicar. Normalmente, pretende-se produzir grandes impactos nos ataques realizados, sendo necessário não só uma grande velocidade (por exemplo, da mão) mas também a maior massa possível associada à mão. Pode ser necessário nestes casos, diminuir a velocidade por vezes, para se conseguir aumentar a massa aplicada (Smith,1998). No entanto, se estivermos a falar do karate desportivo, e no âmbito do nosso estudo, é necessário maximizar a velocidade, reduzindo o impacto, e como tal, aplicar menos massa no ponto de impacto. Um dos poucos estudos a que tivemos acesso sobre

forças impactos no karate dá-nos conta de valores que variam entre 9 a 18 N.s para diferentes socos, como o Oi-Tsuki, Gyaku-Tsuki e Kizami-Tsuki (Shibayama & Fukashiro, 1997).

A noção de alvo nas artes marciais, e em particular no karate, está normalmente associada à concentração de energia num determinado ponto (*Kime*). Esta concentração de energia ou “*Kime*” envolve a conexão de todos os segmentos adjacentes ao segmento que toca no alvo (por exemplo, a mão), que se encontra a deslocar-se à sua velocidade máxima. Nestas ações de impacto, a ligação dos segmentos é acompanhada pelo mecanismo natural do organismo para prevenir lesões, ou seja o reflexo miotático. Segundo Smith (1998), este sistema natural de prevenção inicia a contração dos músculos antagonistas aproximadamente 70-80% do fim do limite máximo da amplitude do movimento. Em movimentos balísticos e de impacto, em que são esperadas forças de reação consideráveis, em especial se o alvo tiver integridade suficiente, é importante este sistema que temos vindo a referir. Nestes casos, o corpo deve estar preparado para o impacto, estabilizando as articulações solidamente nas suas posições naturais. Ao se tentar alcançar o alvo a 70-80% da sua amplitude máxima, a mão deve, em condições normais, ter alcançado a sua velocidade máxima. Neste caso, e com a contração dos músculos agonistas e antagonistas no exato momento do impacto, é possível ao peso do corpo participar com a máxima velocidade. Para além disto, há uma ajuda adicional a estabilizar as articulações e a aceitar as forças de reação geradas pelo alvo na mão. Este aspeto poderá ser eventualmente um dos mais complexos nas artes marciais, e requer muito treino até se conseguir realizar de uma forma natural e reflexa.

#### **2.5.1.2 Maximizar a energia cinética das técnicas**

Todo o treino das técnicas de impacto, segundo Smith (1998), deve ser orientado para o aumento da velocidade de forma a maximizar a Energia Cinética e a Quantidade de Movimento. Se recordarmos as fórmulas  $E_c = (1/2)mv^2$  e  $Q = m \cdot v$ , podemos concluir da importância da velocidade como elemento fundamental para se conseguir alcançar o alvo e provocar-lhes

eventuais danos. Aparentemente, os karatecas mais experientes conseguem coordenar uma maior massa nos seus movimentos. Estamos-nos a referir a karatecas não competidores, mas sim praticantes de karate como arte marcial e não modalidade desportiva. Segundo Smith (1998), velocidades lineares da mão e de pontapés podem variar entre 7 e 12 m.s<sup>-1</sup>.

### 2.5.1.3 Velocidades lineares

A bibliografia sobre o estudo biomecânico das artes marciais e desportos de combate é ainda escassa. Há já alguns estudos sobre, mas encontram-se dispersos pelas diferentes modalidades (Judo, Taekwondo, Boxe, Luta Livre, Esgrima, Karate, etc.) e para além disso são muito variados quanto às técnicas que avaliam. Daí que seja difícil encontrar dados sobre a nossa técnica Gyaku-Tsuki e sobre a nossa modalidade, o Karate. No entanto, foi possível construir a seguinte tabela:

Técnica	Velocidade Máxima	Referência
Gyaku-Tsuki (Soco contrário à perna da frente)	3.3 m.s <sup>-1</sup> (experientes) 3.0 m.s <sup>-1</sup> (não treinados)	Costelloe et al (2002)
Socos directos com trajectórias lineares (Gyaku-Tsuki, Oi-Tsuki, Kizami –Tsuki)	7 – 12 m.s <sup>-1</sup>	Smith (1998)
Oi-Tsuki (Soco directo com avanço de perna e braço do mesmo lado)	5.7 – 9.8 m.s <sup>-1</sup>	Wilk et al (1983)

Tabela 2–4 Velocidades lineares para ataques directos com os membros superiores

Segundo Zeher et al (1997), karatecas experientes obtiveram uma prestação superior em ações balísticas de extensão do cotovelo, quando comparados com um grupo de controlo de indivíduos sem treino. Na sua investigação, concluiu que os karatecas treinados apresentam um maior momento de força ( $p < 0.001$ ) do que o grupo de controlo, em ambas as situações de avaliação (execução com cargas – 10% da FIMax – e execução sem cargas). Para além disto, apresentaram também uma maior taxa de momento de força nos dois

testes executados ( $p < 0.001$ ). Por último, o grupo de karatecas apresentou também um maior pico de aceleração, novamente nos dois testes executados ( $p < 0.03$ ). De acordo com o estudo, foi na taxa de momento de força que foi registada a maior diferença para o grupo de controlo, com um valor de aproximadamente 50%.

Este estudo (Zeher et al, 1997) contou também com a utilização de registos eletromiográficos dos músculos do antebraço (agonista o trícipite e antagonista o bíceps) na tentativa de explicar as diferenças encontradas entre os dois grupos de controlo. No entanto, os autores concluíram que não se podem atribuir as diferenças registadas a uma maior ativação do músculo agonista ou à co-ativação antagonista, quando se compararam ações balísticas e isométricas. Não ficou provado desta forma, que a superioridade das prestações balísticas dos testes do grupo de karatecas, fossem derivadas de uma adaptação neural ou muscular ao treino de karate.



## CAPÍTULO III — METODOLOGIA

<b>3.1 Introdução .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2 Caracterização da Amostra .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3 Condições de Realização do Estudo .....</b>	<b>56</b>
<b>3.4 Desenho Experimental .....</b>	<b>57</b>
<b>3.5 Procedimentos de Avaliação.....</b>	<b>59</b>
3.5.1 Avaliação das Características de Produção de Força .....	59
3.5.1.1 – Determinação de 1 RM.....	60
3.5.1.2 – Avaliação da força em condições dinâmicas .....	61
3.5.1.3 Avaliação da força isométrica máxima.....	63
3.5.2 Avaliação do Gesto Técnico.....	65
<b>3.6 Procedimentos Estatísticos.....</b>	<b>69</b>





## **CAPÍTULO III — METODOLOGIA**

### **3.1 Introdução**

Pretendemos com este capítulo apresentar o quadro metodológico sobre o qual o presente estudo teve lugar. Após uma caracterização da amostra, passaremos a apresentar as condições de realização do estudo, com a indicação das opções metodológicas tomadas, quer no desenho experimental, quer na recolha de dados e ainda a justificação da data escolhida para a realização das recolhas.

### **3.2 Caracterização da Amostra**

A amostra foi composta por 9 atletas juniores do sexo masculino, que obtiveram um lugar no pódio no Campeonato Nacional de Karate (em kumite individual) e que estavam num processo de seleção para os campeonatos da Europa de Karaté de 2006. As idades destes atletas variam entre os 18 e os 20 anos, sendo a média de idades de  $19.56 \pm 0.726$  anos (Tabela 3-1). Os atletas combatem em diferentes categorias, estando distribuídos da seguinte forma: 1 categoria <65 kg; 1 categoria <70 kg; 2 categoria <75 kg ; 1 categoria <80 kg; 4 categoria >80 kg. Foi objetivo do estudo restringir a amostra apenas a atletas com lugar no pódio e de um só escalão de forma a garantir algum nível técnico por parte dos mesmos.

Atletas	Idade (anos)	Massa (Kg)	Altura (m)	Categoria	Classificação (Campeonato Nacional)
1 – AQ	18	70	1.79	<75	2º
2 – AF	20	93	1.80	>80	1º
3 – CC	19	69	1.78	<70	1º
4 – HP	20	80	1.83	<80	1º
5 – JG	20	84	1.79	>80	3º
6 – JC	20	65	1.63	<65	1º
7 – MH	20	93	1.82	>80	2º
8 – NS	19	86	1.92	>80	3º
9 – NM	20	72	1.77	<75	1º
Média	19.56	79.11	1.79		
DP	0.726	10.56	0.07		

Tabela 3-1 Caracterização da amostra. Idade, massa, altura, categoria de competição em função da massa e classificação no último campeonato nacional. São apresentados os valores de média e desvio padrão (DP).

### 3.3 Condições de Realização do Estudo

Face aos vários condicionalismos de variada natureza e que foram descritos nas limitações do estudo, a recolha dos dados necessários a esta investigação não pôde ser realizada da forma mais desejável, respeitando o contexto real da situação em causa, ou seja em situação de competição. Estes condicionalismos surgem da impossibilidade da recolha dos dados durante a competição em consequência dos recursos materiais que são necessários para a viabilização do estudo. Desta forma foi necessário criar uma simulação da execução de um ataque em competição.

### 3.4 Desenho Experimental

Para a concretização do estudo foi elaborado um desenho experimental que se dividiu em dois dias de avaliação, conforme referido na Tabela 3-2.

1º Dia	Intervalo	2º Dia
Situação Experimental	24Horas	Situação Experimental
<b>Avaliação Cinemática</b>		<b>Avaliação da Força</b>
Execução do Gyaku-Tsuki		Teste Isométrico
		Testes Concêntricos
<b>Avaliação da Força Máxima</b>		
Teste de 1 RM		

Tabela 3-2 Desenho experimental

A situação experimental foi composta por várias avaliações que se sucederam sequencialmente, tendo cada atleta sido avaliado individualmente. Como já foi referido, devido à impossibilidade de realizar o estudo em condições reais de competição, foi elaborado um esquema com a sequência das avaliações, que se encontra na Tabela 3-3. Entre a avaliação de 1RM e a realização dos testes concêntricos com cargas, foi dado um repouso de 24 horas para permitir a recuperação e evitar a fadiga. Antes do início de qualquer avaliação, os atletas procederam a um aquecimento idêntico ao de uma competição, mas com um tempo mais reduzido, ou seja uma duração de aproximadamente 10 minutos.

1º Dia	Descrição das Tarefas Executadas
1º	Aquecimento Individual $\pm$ 10 minutos
2º	Avaliação da Execução Técnica do Gyaku-Tsuki <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 repetições com movimentação</li> <li>• 3 repetições estático</li> </ul>
3º	Aquecimento específico no supino <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10-12 repetições sem carga</li> </ul>
4º	Determinação de 1RM <p>Protocolo progressivo até um máximo de 5 séries de 1 repetição cada</p>
2º Dia	Descrição das Tarefas Executadas
5º	Avaliação da Força Dinâmica <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 repetições explosivas no supino com 25% de 1RM</li> <li>• 3 repetições explosivas no supino com 55% de 1RM</li> <li>3 repetições explosivas no supino com 85% de 1RM</li> </ul>
6º	Avaliação da Força Isométrica Máxima <p>2 repetições isométricas máximas explosivas</p>

Tabela 3-3 Sequência das avaliações

De seguida serão apresentados os procedimentos de recolha e processamento de dados, para cada uma das situações de avaliação referidas.

### 3.5 Procedimentos de Avaliação

#### 3.5.1 Avaliação das Características de Produção de Força

Para a avaliação de 1RM, da Força Isométrica Máxima e Testes Concêntricos, bem como de algumas variáveis das respetivas curvas força-tempo, foi utilizada a máquina de supino apresentada na Figura 3-1. Esta máquina estava equipada com dois sensores de força (Biovision, Germany), o que permitiu o registo de uma curva de força em ordem ao tempo. Os sensores (0-100Kg) foram previamente calibrados com pesos conhecidos, por forma a obtermos os necessários fatores de escala.



Figura 3-1 Máquina de Supino

A máquina utilizada (Multipower da marca Technogym) consistia numa barra de musculação guiada no seu movimento vertical, por duas guias paralelas, através de um sistema de esferas que permitia um atrito muito reduzido e considerado não relevante. Ao usarmos um equipamento deste tipo minimizámos os diferentes níveis de domínio técnico do exercício Supino, por parte dos sujeitos.

Para a recolha do deslocamento da barra no supino, foi necessário utilizar um sensor de deslocamento PT9101 (Precision Potentiometric Output da Celesco

Transducer Products, Inc.) colocado na barra, como se vê na Figura 3-2. Este sensor tinha um sinal analógico entre 0-10 Volts para um deslocamento de 2 metros.



Figura 3-2 Sensor de deslocamento

#### 3.5.1.1 – Determinação de 1 RM

A determinação de 1RM foi feita segundo um protocolo semelhante ao de Newton et al (2002) e de Earle (1999 in Baechle e Earle, 2000) que utiliza repetições máximas até os atletas não conseguirem executar mais nenhuma e atingirem a fadiga. Este protocolo prevê um aumento das cargas entre 5 a 10% a partir do valor da carga em que o atleta consegue realizar entre 3 a 5 repetições. Após um aquecimento articular e alguma familiarização com o movimento com cargas adequadas para realizar entre 5 a 10 repetições, dava-se início ao teste. As pausas entre cada execução foram de 4 minutos. O número de séries até alcançar o valor de 1RM foi de cinco (máximo), sendo que na maior parte dos casos foi de quatro, situação entendida como ideal, para evitar o aparecimento de fadiga e determinar com maior rigor o valor da repetição máxima de cada atleta. Sempre que um atleta não conseguia realizar a execução, era realizada uma redução na carga de 2.5% a 5%. A barra estava colocada sobre o peito, na direção dos mamilos e com os braços a formarem um ângulo de 90° entre o braço e o antebraço. Os pés estavam apoiados num banco para prevenir lesões ao nível da coluna lombar.



Figura 3-3 Fotografia da avaliação de 1RM

### 3.5.1.2 – Avaliação da força em condições dinâmicas

Para avaliar o comportamento da dinâmica muscular dos atletas, foi-lhes pedido que realizassem 3 séries de 3 repetições com 3 cargas diferentes em cada série. A instrução dada aos atletas era para executarem de forma explosiva cada repetição, tentando mover a barra o mais rápido possível, realizando uma ligeira pausa com a barra em baixo (situação idêntica ao protocolo do estudo de Siegel et al, 2002).

Assim sendo, cada atleta executou as seguintes tarefas:

- 3 repetições explosivas a 25% de 1RM
- 3 repetições explosivas a 55% de 1RM
- 3 repetições explosivas a 85% de 1RM

O tempo de pausa entre cada série foi de  $\pm 5$  minutos para permitir uma recuperação completa.

O deslocamento da barra foi continuamente monitorizado pelo sensor de deslocamento, depois de devidamente calibrado para uma distância de percurso da barra previamente conhecida.

Para a aquisição dos dados do output analógico do sensor de deslocamento, foi utilizada uma placa analógico-digital Biopac MP100 (Biopac Systems Inc.) de 16 bits, e com um ritmo de amostragem de 1000 Hz.

Os dados foram tratados através de um *software* específico: para a aquisição e tratamento das curvas de força foi utilizado o "Acqknowledge 3.7.1" da Biopac.



Figura 3-4 Fotografia da execução a 85% de 1RM

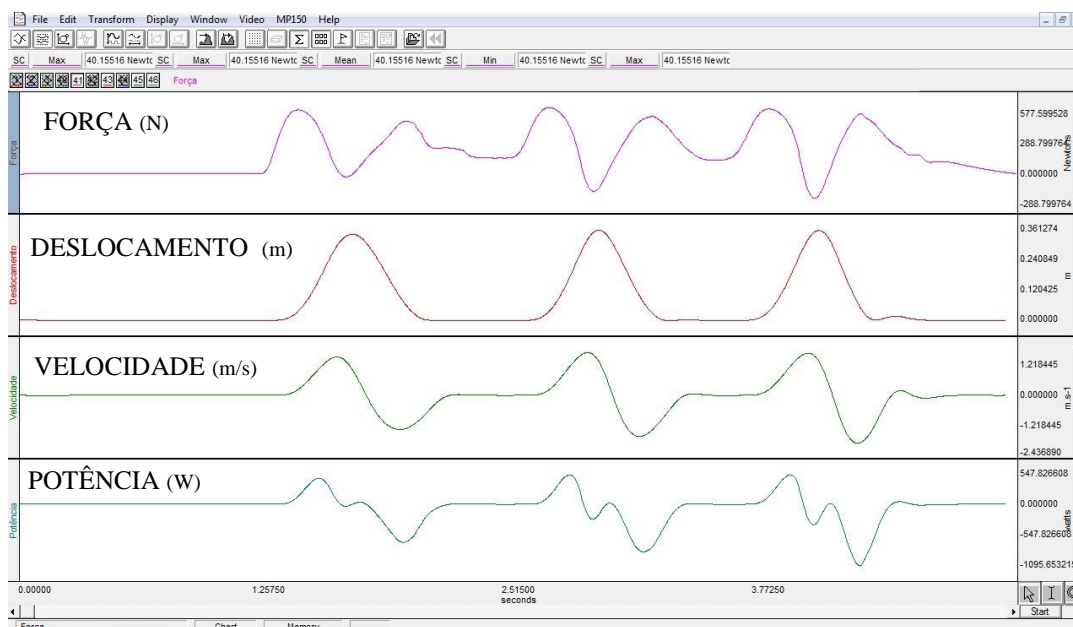


Figura 3-5 Imagem de uma execução concêntrica a 25% de 1RM no software "Acqknowledge 3.7.1" da Biopac e respectivas curvas de força-tempo, velocidade e potência



O sinal do deslocamento da barra foi filtrado com um filtro de passo baixo de 10Hz e, posteriormente, derivado para um intervalo de 10 amostras, para obtermos a curva da velocidade. Esta, por sua vez, foi derivada (intervalo de 10 amostras) e filtrada de igual forma, para se obter a curva da aceleração.

Para o cálculo dos diferentes parâmetros foram usadas as seguintes fórmulas:

$$\text{Força (N)} = \text{massa (barra mais cargas adicionais)} * 9,81 \text{ m/s}^2 + \text{aceleração da barra}$$

$$\text{Potência (Watts)} = \text{Força (N)} * \text{Velocidade (m/s)}$$

### **3.5.1.3 Avaliação da força isométrica máxima**

Segundo Santos (1995), a força máxima deve ser avaliada em regime isométrico, já que a força isométrica máxima reflete a capacidade de ativação voluntária da massa muscular por parte do sistema nervoso no sentido de produzir a maior taxa de força possível.

Daí que se tenha utilizado também neste estudo o método isométrico, que consiste na realização de uma ação muscular voluntária máxima contra uma resistência inamovível. No caso deste estudo, foi utilizado um dinamômetro na barra do supino para a sua avaliação.

Aos atletas, foi-lhes dito antes do teste, que deveriam realizar uma contração muscular muito rápida, explosiva, tentando alcançar a força máxima no menor tempo possível. Também poderia ter sido dito para irem progressivamente realizando uma contração muscular até ao máximo. No entanto, se o tivéssemos feito, alguns dados importantes para o nosso estudo não seriam recolhidos. Ou seja, realizando de forma explosiva, é possível medir diferentes níveis de força alcançados em ordem ao tempo, o que permite avaliar a força produzida nos primeiros 100-150 ms, isto é, a Taxa Máxima de Produção de Força (Santos, 2001) ou Força Explosiva (González-Badillo, 2000a). Como tal, optámos por utilizar a produção de força de uma forma explosiva, para podermos recolher dados sobre a TMPF, considerada como variável

fundamental em várias modalidades onde a força explosiva é essencial para o rendimento desportivo.

Após as instruções iniciais, os atletas colocaram-se no supino, com os mesmos critérios com que executaram anteriormente as repetições dinâmicas. Ou seja, mãos apoiadas na barra, um ângulo de 90° entre o braço e o antebraço, a barra na direção do supino e os pés ligeiramente elevados e apoiados num banco.

Não foi necessário aquecimento prévio porque já tinham estado a executar várias repetições concêntricas. Após uma repetição das instruções sobre a execução, de forma a produzirem o mais rapidamente possível a sua força máxima, os atletas davam início ao teste, sendo que durante a avaliação foram sendo vários os estímulos verbais. Cada atleta realizou duas repetições e ao fim de cada uma, era informado sobre o resultado. Para o tratamento, foi apenas considerado o melhor resultado. A recolha do sinal foi realizada durante 4 segundos e o intervalo entre cada repetição foi de  $\pm 4$  minutos.

Os sinais dos dois sensores de força foram adquiridos em simultâneo e de forma sincronizada pelo mesmo sistema de aquisição a 1000 Hz. Os dois sinais foram adicionados e filtrados com um filtro de passe baixo de 10Hz.

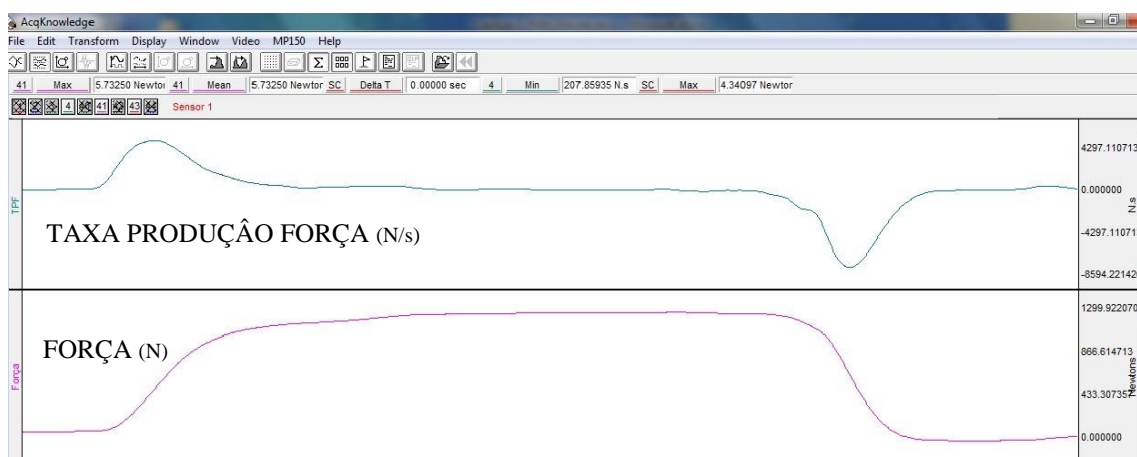


Figura 3-6 Imagem da curva força-tempo e da curva da TPF numa execução isométrica no software “Acqknowledge 3.7.1” da Biopac

O valor mais elevado da curva força-tempo foi determinado e considerado o valor de Força Isométrica Máxima.

Para obtenção da taxa de produção de força, o sinal da curva força-tempo foi derivado para um intervalo de 5 amostras. O valor mais elevado registado, foi considerado a Taxa Máxima de Produção de Força (N/s). Foram, igualmente, calculados valores de Taxa de Produção de Força para os seguintes intervalos:

- 0 – 50 ms
- 0 – 100 ms
- 0 – 150 ms
- 0 – 200 ms
- 0 – 250 ms

### 3.5.2 Avaliação do Gesto Técnico

Para a avaliação dos parâmetros cinemáticos caracterizadores do gesto técnico foram obtidas imagens por uma câmara de alta velocidade (MotionScope Redlake Imaging PC 1000), colocada no plano sagital da execução. O seu ritmo de amostragem foi de 250 imagens por segundo.

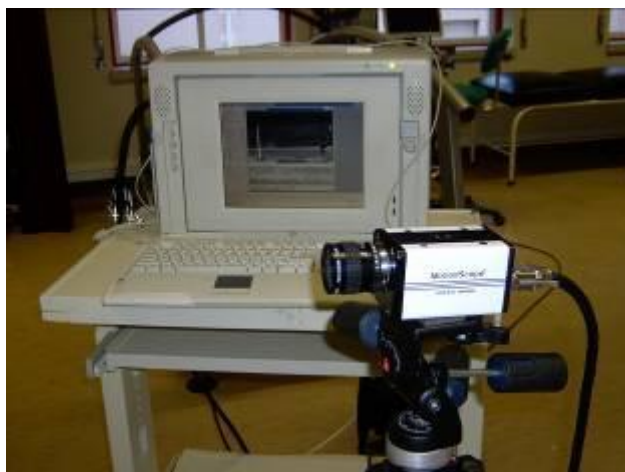


Figura 3-7 Imagem da câmara de alta velocidade utilizada no presente estudo

A avaliação cinemática do Gyaku-Tsuki foi conseguida com a criação de uma situação experimental que continha um alvo fixo com uma superfície mole de

contacto (saco de impacto) à altura do tronco dos atletas na posição base de combate (Zenkutsu-Dachi).



Figura 3-8 Fotografia do alvo fixo

A partir do alvo, cada atleta adequava a sua distância de ataque, de forma a conseguir atingi-lo. Os atletas foram instruídos para executarem um Gyaku-Tsuki o mais rápido possível e com controlo, ou seja, deveriam apenas tocar no centro do alvo, sem pensarem em o derrubar. Esta instrução era fundamental para permitir uma execução o mais rápido possível.

Para além desta instrução, foi também pedido aos atletas que executassem o Gyaku-Tsuki em duas situações distintas:

- A partir de uma posição de movimentação em frente ao alvo, executavam a técnica ao sinal sonoro;



Figura 3-9 Gyaku-Tsuki em Movimentação (posição inicial)

A partir de uma posição estática, em Zenkutsu-Dachi, e à distância do alvo que lhes permitisse alcançá-lo sem se deslocarem.



Figura 3-10 Gyaku-Tsuki a partir da posição de Parado

O objetivo destas duas situações distintas foi a de tentar comparar uma situação mais próxima com a realidade (movimentação em combate à frente do adversário) com outra mais artificial (estática à frente do adversário).

Como foi já referido, a parte final do Gyaku-Tsuki coincide com o contacto no alvo, com o máximo de controlo.



Figura 3-11 Fim do Gyaku-Tsuki a partir de Movimentação

O gesto analisado foi registado no plano sagital por uma câmara de vídeo de alta velocidade, com um ritmo de amostragem de 250 imagens por segundo.

O plano em que o executante realizou o gesto técnico foi calibrado através de um referencial de calibração com 14 pontos que foi gravado antes das avaliações, para ser posteriormente utilizado como factor de conversão do valor das coordenadas em valores reais.



Figura 3-12 Referencial de Calibração

Nas imagens foram recolhidas as coordenadas de 4 pontos anatómicos que formam 3 corpos rígido: braço, antebraço e mão. Os pontos anatómicos considerados foram os seguintes:

Ponto 1: Articulação escapulo-umeral direita, ao nível do centro da cavidade glenóide;

Ponto 2: Inter linha da articulação do cotovelo direito, ao nível da fenda articular;

Ponto 3: Ponto médio da inter linha da articulação médio – cárpica da mão direita;

Ponto 4: Face da 3ª articulação metacarpo – falângica da mão direita

A digitalização foi realizada manualmente e teve início assim que surgia um deslocamento na horizontal da mão e terminou assim que a mão do atleta tocava no alvo.

Neste estudo, as reconstruções de imagem foram realizadas num sistema de tratamento de imagem *APAS (Ariel Performance Analysis System)* da *Ariel Dynamics Inc* através do método *DLT (Direct Linear Transformation)* para duas dimensões. A suavização dos dados cinemáticos foi realizada por filtragem digital, tendo sido utilizado um filtro digital a uma frequência de corte de 15Hz



Figura 3-13 Imagem sobre a qual estão representados os segmentos de recta que representam o corpo rígido definido.

Posteriormente foram calculados deslocamentos e velocidades lineares do membro superior direito.

### 3.6 Procedimentos Estatísticos

O tratamento estatístico que foi realizado ao longo deste trabalho foi executado com o auxílio do programa informático SPSS (SPSS® 14.0, for Windows®).

Na estatística descritiva, para caracterizar a amostra e as diferentes variáveis, foi utilizado um parâmetro de tendência central (média aritmética) e um parâmetro de dispersão absoluta (desvio padrão).

Para estudar a relação entre as várias variáveis em estudo foram utilizados coeficientes de correlação de *Pearson*.





## CAPÍTULO IV — APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

<b>4.1 Introdução .....</b>	<b>73</b>
<b>4.2 Gyaku-Tsuki: Análise Cinemática .....</b>	<b>74</b>
4.2.1 Velocidade de Execução .....	74
4.2.2 Tempo de Execução .....	75
4.2.3 Distância de Execução .....	77
<b>4.3 Avaliação da Força .....</b>	<b>78</b>
4.3.1 Testes Dinâmicos .....	78
4.3.2 Velocidade Máxima .....	81
4.3.3 Potência Máxima .....	82
4.3.4 Taxa Máxima de Produção de Força .....	84
<b>4.4 Gyaku-Tsuki: Estudo Correlacional .....</b>	<b>85</b>
4.4.1 RM e Força Isométrica Máxima .....	85
4.4.2 Potência Máxima .....	88
4.4.3 Velocidade máxima de execução .....	89
4.4.4 Distância de Execução .....	93



## **CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1 Introdução**

Pretende-se com este capítulo apresentar e discutir os resultados do estudo, dividindo-o em duas partes, já que é nosso objetivo caracterizar a execução do Gyaku-Tsuki e os valores obtidos para as diferentes variáveis de desempenho. Assim, vamos referir os aspetos cinemáticos importantes na execução da nossa tarefa, confrontando-os com os apresentados na revisão de literatura. Igualmente e relativamente aos valores de força que foram encontrados em diferentes situações, nomeadamente em tarefas estáticas e dinâmicas.

Na segunda parte, pretendemos apresentar o estudo correlacional e tentar compreender que variáveis influenciam de forma mais efetiva o desempenho dos atletas. Perceber de que forma a capacidade de produzir força de cada indivíduo influencia a execução do Gyaku-Tsuki, e conseguir encontrar relações entre os parâmetros cinemáticos e os parâmetros musculares, que possam contribuir e fornecer elementos objetivos e indicadores que ajudem, de alguma forma, à melhor compreensão do fenómeno e a melhorar a eficiência do processo de treino.

## 4.2 Gyaku-Tsuki: Análise Cinemática

### 4.2.1 Velocidade de Execução

Como foi referido anteriormente, a execução do Gyaku-Tsuki foi realizada de duas formas distintas. Uma com o atleta em movimento (deslocação) à frente do alvo e outra com o atleta parado (estático). Os valores médios da velocidade máxima da mão dos executantes são apresentados na Tabela 4.1.

	<b>Vel. Max. Mão Movimento (m.s<sup>-1</sup>)</b>	<b>Vel. Max. Mão Parado (m.s<sup>-1</sup>)</b>
Média	6.4	5.3
Desv. Padrão	1.0	0.9
Máximo	8.7	6.8
Mínimo	4.9	4.1

Tabela 4 - 1 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Velocidade Máxima (m.s<sup>-1</sup>) da Mão em Movimento e Parado

A velocidade de execução é uma das variáveis de desempenho fundamental para o sucesso desportivo. O atleta que conseguir chegar primeiro ao alvo, pontua e consegue ganhar o combate. Este parâmetro pode ser assim decisivo para classificar e comparar atletas, bem como aferir dos resultados que os diferentes métodos de treino apresentam na modificação da velocidade de execução. Como tal, estes resultados merecem-nos uma análise atenta.

Pela leitura da Tabela 4-1 constatamos que a velocidade média da mão foi de  $6.4 \pm 1.0 \text{ m.s}^{-1}$  para a execução em movimento e de  $5.3 \pm 0.9 \text{ m.s}^{-1}$  para a execução parado, com um máximo de  $8.7 \text{ m.s}^{-1}$  e de  $6.8 \text{ m.s}^{-1}$ , respetivamente. Realçamos que na nossa amostra entre o atleta mais rápido e o mais lento, na execução em movimento, temos uma grande diferença de

velocidades com um valor de  $3.8 \text{ m.s}^{-1}$ . Esta diferença reduz-se ligeiramente para a execução sem movimento para um valor de  $2.7 \text{ m.s}^{-1}$ . O atleta mais rápido em movimento ( $8.7 \text{ m.s}^{-1}$ ) foi igualmente o mais rápido ( $6.8 \text{ m.s}^{-1}$ ) na execução parado. O mesmo resultado surgiu no atleta mais lento, que na execução em movimento ( $4.9 \text{ m.s}^{-1}$ ) foi também o mais lento na execução parado ( $4.1 \text{ m.s}^{-1}$ ). Dos nove atletas avaliados, apenas um apresentou uma velocidade superior da mão na execução parado, quando comparado com a execução em movimento. Concluimos assim, perante a nossa amostra, que os atletas conseguem ser mais rápidos a executar o Gyaku-Tsuki quando estão em movimento à frente do alvo, quando comparados com uma execução sem movimentação. Analisando estes resultados com a literatura disponível (Costelloe et al., 2002) que apontam velocidades de execução de  $3.3 \text{ m.s}^{-1}$  para karatecas também cintos negros, constatamos que os valores obtidos pelo nosso estudo são superiores. No entanto, o estudo de Costelloe et al., (2002), apenas refere que foram avaliados karatecas experientes em comparação com não experientes sem fazer referência à média de idades dos mesmos. Este estudo avaliou, igualmente, a contração muscular dos músculos do antebraço (Bicípite e tricípite braquial) através de eletromiografia e encontrou valores superiores de ativação muscular para os atletas treinados que realizavam o gesto com um ângulo de flexão do cotovelo de  $30^\circ$  quando comparados com outros ângulos ( $50^\circ$ ,  $70^\circ$  e  $90^\circ$ ).

#### **4.2.2 Tempo de Execução**

O gesto foi também analisado quanto à sua duração, ou seja tentámos identificar quanto tempo é que os atletas demoram a executar a técnica e quanto tempo é que têm para produzir força. Assim, o gesto foi dividido em 3 fases (Figura 4-1):

- 1ª fase – Corresponde ao tempo total do gesto, desde o início em que há um deslocamento horizontal da mão em direção ao alvo até atingir o mesmo;
- 2ª fase – Corresponde ao tempo desde o instante em que há um aumento significativo da velocidade ( $4 \text{ m.s}^{-1}$ ) até ao final do gesto e foi por isso considerada a fase decisiva (impacto com o alvo);

3ª fase – Corresponde ao tempo desde o instante do pico de velocidade até ao final do gesto, fase de desaceleração.

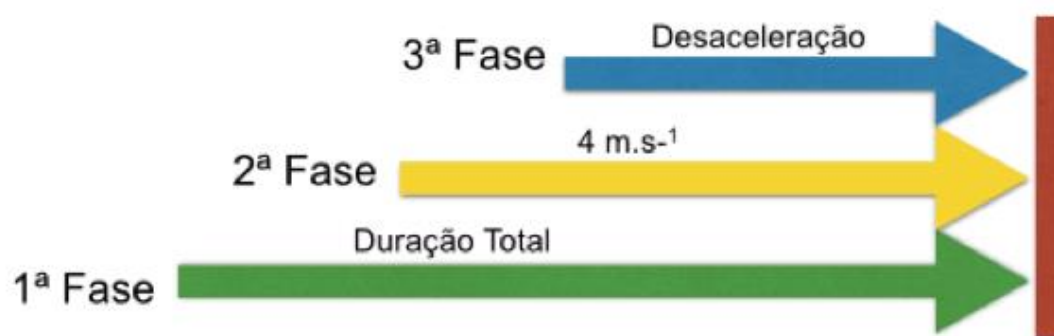


Figura 4-1 Fases da velocidade da mão

Apresentamos de seguida a média, o desvio padrão, máximo e mínimo das durações das diferentes fases, dividindo em função do facto do gesto ter sido executado em movimento ou parado.

<b>Movimento</b>	<b>1ª Fase (s)</b>	<b>2ª Fase (s)</b>	<b>3ª Fase (s)</b>
Média	0.428	0.123	0.078
Desv. Padrão	0.1	0.0	0.0
Máximo	0.620	0.148	0.128
Mínimo	0.324	0.104	0.044

Tabela 4-2 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da duração (em segundos) das 3 fases do Gyaku-Tsuki em Movimento

<b>Parado</b>	<b>1ª Fase (s)</b>	<b>2ª Fase (s)</b>	<b>3ª Fase (s)</b>
Média	0.394	0.096	0.064
Desv. Padrão	0.0	0.0	0.0
Máximo	0.440	0.112	0.092
Mínimo	0.352	0.072	0.040

Tabela 4-3 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da duração (em segundos) das 3 fases do Gyaku-Tsuki Parado

A análise da Tabela 4-2 e Tabela 4-3 permitem constatar que a duração da execução do gesto parado demora menos tempo em média do que em movimento em todas as fases. Tal poderá estar relacionado com o atleta ficar mais perto do alvo quando realiza de forma estática do que em movimento.

Analizando a 2ª fase do gesto, a média da duração é de  $0.123 \pm 0.013$  (s) para o gesto em movimento e de  $0.096 \pm 0.016$  (s) parado. Podemos por isso enquadrar este gesto nos de curta duração ( $< 250$  ms), uma vez que consideramos esta fase aquela onde realmente o atleta executa o Gyaku-Tsuki aumentando a sua velocidade de forma visível e que contribui para o aumento da potência produzida.

#### 4.2.3 Distância de Execução

Foi igualmente caracterizada a distância a que cada atleta se posicionou em relação ao alvo. Relembramos que a distância para a execução em movimento não foi de algum modo condicionada, sendo apenas pedido aos atletas que conseguissem alcançar o alvo o mais rápido possível.

	Distância Movimento (m)	Distância Parado (m)
Média	1.23	0.92
Desv. Padrão	0.2	0.1
Máximo	1.48	1.09
Mínimo	0.89	0.82

Tabela 4-4 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Distância (em metros) do Gyaku-Tsuki em Movimento e Parado

A média da Distância em Movimento é superior ( $1.23 \pm 0.2$  m) à da Distância Parado ( $0.92 \pm 0.1$  m). Tal justifica-se pelo facto de os atletas recriarem a movimentação típica de combate, em que a distância para o opositor é elevada e em que apenas se aproximam na altura do ataque, mas que mesmo assim, iniciam o gesto mais longe do alvo.

### 4.3 Avaliação da Força

#### 4.3.1 Testes Dinâmicos

Para além da medição da velocidade de execução, utilizámos outro parâmetro como variável de desempenho dos nossos atletas que foi a força máxima e a taxa máxima de produção de força. A literatura tem vindo sistematicamente a indicar que a força máxima de cada indivíduo tem influência por sua vez na velocidade de execução dos gestos balísticos. Assim não quisemos deixar de aproveitar o estudo para avaliar também esta componente.

Neste desenho experimental foram utilizados dois métodos distintos para a avaliação da força máxima de cada atleta. O método isométrico que avalia a força quando se realiza um exercício contra uma resistência (ou carga) insuperável ou inamovível e o método concêntrico com pesos livres que nos dá a força máxima dinâmica ou 1RM.



Iremos apresentar de seguida os valores médios dos testes de força dinâmica concêntrica obtidos através da execução do supino.

<b>Repetição Máxima (1RM – Kg)</b>	
Média	95.17
Desv. Padrão	9.6
Máximo	116.0
Mínimo	86.0

Tabela 4-5 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo de 1RM (Kg)

Como podemos ver pela análise da Tabela 4-5 o valor médio de 1RM determinado foi de 95.17 Kg. O desvio padrão foi de 9.6 Kg para 1RM. O valor máximo para 1RM foi de 116 Kg. No estudo de Hartman, H., Bob, A., Wirth, K., e Schmidblecher, D., (2009) que utilizou 27 jovens masculinos estudantes de desporto (praticantes de várias modalidades desportivas) com uma média de idades  $23.94 \pm 3.1$  anos no mesmo exercício de avaliação, encontrou valores para 1 RM de  $96.54 \pm 20.9\text{Kg}$  e de  $95.89 \pm 17.5\text{Kg}$  para dois grupos distintos que foram criados. Este estudo, que serve apenas como simples comparação, não especifica que modalidades praticavam estes estudantes, referindo apenas que estavam familiarizados com o treino de força e utilização de pesos livres. No entanto, os resultados de 1RM foram muito idênticos aos do nosso estudo.

Um outro grupo de testes dinâmicos realizados consistia na execução de uma repetição, à velocidade máxima, com diferentes percentagens de 1RM. As percentagens correspondiam a 25%, 55% e 85% de 1RM. A seguinte tabela representa os resultados encontrados para os valores da força.

	<b>Força Máxima 25% (N)</b>	<b>Força Máxima 55% (N)</b>	<b>Força Máxima 85% (N)</b>
Média	623.3	959.6	1175
Desv. Padrão	86.2	97.6	118.7
Máximo	763	1188	1386
Mínimo	532	877	1030

Tabela 4-6 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Força Máxima a 25%, 55% e 85% de 1RM

A média da força máxima encontrada a 25% de 1RM foi de 623.333 N, a 55% foi de 959.555 N e 85% de 1175 N. Este resultados são os esperados, pois conforme aumenta a carga maior a força produzida para movimentar a mesma, sendo o maior valor de força produzido nos 85% de 1RM. Os valores máximos

encontrados foram de 763 N, 1188 N e 1386 N para 25%, 55% e 85%, respectivamente. Num estudo similar, no que à avaliação da capacidade de produção de força diz respeito, Cronin et al (2003) reportaram valores de força a 25%, 55% e 85% de 1 RM, muito similares aos nossos. Por outro lado, no estudo de Newton et al., (1996) os valores de força máxima para 45% de 1 RM foram bastante inferiores aos do nosso estudo,  $559 \pm 124$  N, sendo apenas na execução do supino com lançamento da barra que os valores se aproximaram dos nossos,  $757 \pm 125$  N.

A Tabela 4-7 dá-nos as informações sobre as resistências que foram realmente utilizadas nestes testes. Assim, sabemos que a média da resistência movida a 25% foi de  $22.7 \pm 5.5$  Kg, a 55% de  $47.9 \pm 11.1$  Kg e a 85% de  $77.9 \pm 11.4$  Kg.

	<b>Carga Real 25% (Kg)</b>	<b>Carga Real 55% (Kg)</b>	<b>Carga Real 85% (Kg)</b>
Média	22.7	47.9	77.9
Desv. Padrão	3.5	11.1	11.4
Máximo	28.5	63.5	98.5
Mínimo	16	26	56

Tabela 4-7 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo das Cargas levantadas a 25%, 55% e 85% de 1RM

#### 4.3.2 Velocidade Máxima

Vários estudos referem a velocidade de execução dos exercícios como uma variável importante para o desenvolvimento da força. Esta velocidade pode ser controlada pelo sujeito ou condicionada pela própria máquina, sendo também levado em linha de conta muitas vezes a motivação extrínseca dada normalmente pelo treinador. No nosso caso, estas execuções foram sempre realizadas à velocidade máxima, com estímulos verbais exteriores de incentivo. As velocidades máximas de execução do supino às referidas percentagens vêm apresentadas na seguinte tabela.

	<b>Velocidade Máx (m.s<sup>-1</sup>) a 25%</b>	<b>Velocidade Máx (m.s<sup>-1</sup>) a 55%</b>	<b>Velocidade Máx (m.s<sup>-1</sup>) a 85%</b>
Média	2.1	1.1	0.6
Desv. Padrão	0.5	0.2	0.1
Máximo	2.9	1.4	0.8
Mínimo	1.7	0.9	0.3

Tabela 4-8 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Velocidade Máxima (m.s<sup>-1</sup>) a 25%, 55% e 85% de 1RM

Os resultados apresentados na Tabela 4-8 vão ao encontro do esperado, em função da revisão bibliográfica, uma vez que consoante aumenta a resistência a vencer, menor a velocidade de deslocamento da barra. Tal como já mencionado, num estudo similar (Cronin et al., 2003), os valores de velocidade máxima para 30%, 50% e 80% de 1RM reportam valores muito semelhantes aos nossos. Noutro estudo semelhante já referido, Newton et al., (1996), reportam valores de velocidade máxima de  $0,96 \pm 0,08 \text{ m.s}^{-1}$  para 45% de 1 RM na execução do supino e de  $1,31 \pm 0,1 \text{ m.s}^{-1}$  para a execução do supino com lançamento da barra.

A análise dos valores encontrados para a Força Máxima nos 3 níveis e respetivas Velocidades Máximas, permitem-nos concordar com o que foi referido na literatura. Segundo Cronin et al (2003), Kawamori e Haff, (2004), e Moritani (2003), a relação muscular força-velocidade indica que quanto maior a velocidade, menor a capacidade de produzir força. Este facto é comprovado também no nosso estudo, uma vez que consoante os valores médios das velocidades diminuem ao mesmo tempo que se aumenta a carga, a produção de força aumenta. Assim, quanto maior a velocidade da ação muscular concêntrica, menor a força produzida, juntamente com o aumento da resistência.

Tal como no estudo de Costelloe et al., (2002) e de Cronin et al., (2003), também as nossas velocidades de execução são substancialmente inferiores às registadas no gesto sem qualquer resistência e não se aproximam da realidade funcional da tarefa. Levanta-se assim a questão sobre que contributo terá esta evidência para o “*transfer*” e treino da força para este gesto específico.

#### **4.3.3 Potência Máxima**

Uma vez que através dos parâmetros cinemáticos foi possível avaliar a potência da mão na execução do Gyaku-Tsuki, considerámos pertinente avaliar também a potência que cada atleta realizava quando executava o supino nas

diferentes resistências. Apresenta-se de seguida a Tabela 4-10 referente aos valores médios da potência a 25%, 55% e 85% de 1RM.

	<b>Potência Máx (W) 25%</b>	<b>Potência Máx (W) 55%</b>	<b>Potência Máx (W) 85%</b>
Média	567.3	728.7	581.6
Desv. Padrão	94.1	112.9	141.4
Máximo	722	961	832
Mínimo	435	626	342

Tabela 4-9 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da Potência Máxima (N.s) a 25%, 55% e 85% de 1RM

Pela análise da Tabela 4-9, constatamos que onde se alcançam os valores mais elevados de potência foram nas repetições a 55% de 1RM (média de  $728.7 \pm 112.9$  W) sendo que nas repetições com as outras cargas os valores foram inferiores e semelhantes entre eles ( $567.3 \pm 94.1$  W para 25% de 1RM;  $581.555 \pm 141.416$  W para 85% de 1RM). O valor máximo mais elevado foi também encontrado nas repetições a 55% de 1RM (961 W), seguido das repetições a 85% (832 W) e por último as execuções a 25% de 1RM (722 W). Estes resultados obtidos vão ao encontro da literatura (Harris et al., 2000 ; Newton et al., 1996; Siegel et al., 2002) que apontam que será entre os 30% e os 45% de 1RM que se obtêm os valores máximos de potência. No estudo de Newton et al., (1996) em que foram avaliados 17 indivíduos masculinos com uma média de idades  $20.6 \pm 1.9$  anos, não atletas mas utilizadores de ginásio, no mesmo exercício, foram alcançados valores de potência a 45% de 1RM de  $568 \pm 133$  W e de  $950 \pm 174$  W no caso de lançamento da barra no supino. Estes valores não são no entanto unânimes na literatura, havendo autores que apontam para um espectro bem mais abrangente, entre os 10% e os 80% (Kawamori et al., 2004). Maior discussão surge ainda quando se pretende determinar a carga óptima para o desenvolvimento da potência. No entanto, segundo Kawamori e Haff, (2004); McBride et al, (2002); Newton et al, (1994),

os atletas para aumentarem a sua potência devem utilizar velocidades e resistências que maximizem a potência produzida. Assim sendo, e no caso do nosso estudo, seremos levados a indicar que a carga que melhor otimiza a produção de potência será aquela que corresponde a 55% de 1RM.

#### 4.3.4 Taxa Máxima de Produção de Força

Através do teste isométrico foi possível determinar a Taxa Máxima de Produção de Força, ou seja conseguimos caracterizar a produção de força levando em conta o tempo em que é produzida.

Na tabela seguinte apresentamos os valores médios da TMPF e do tempo que cada atleta demorou a alcançar a TMPF.

	<b>Taxa Máxima de Produção de Força (N/ms)</b>	<b>Tempo até TMPF (s)</b>
Média	6.99	0.116
Desv. Padrão	1.16	0.044
Máximo	8.44	0.17
Mínimo	5.02	0.07

Tabela 4-10 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da TMPF

Quando comparamos os resultados obtidos com os do estudo de Hartman et al., (2009), já referido anteriormente, encontramos valores muito semelhantes. Neste, foram reportados resultados de  $9.92 \pm 2.17$  N/ms e  $10.79 \pm 1.99$  N/ms para a TMPF nos dois grupos constituídos no estudo, ou seja ligeiramente superiores aos alcançados pelos nossos atletas.

A Tabela 4-11 representa as médias das percentagens a que ocorreram os valores da TMPF em relação à FIMax. Ou seja, em média, a TMPF foi

alcançada a 39% da FIMax e apresenta um desvio padrão de 2.7%, um máximo de 43% e um mínimo de 36%.

% da TMPF em relação FIMax	
Média	39
Desv. Padrão	2.7
Máximo	43
Mínimo	36

Tabela 4-11 Média, Desvio Padrão, Máximo e Mínimo da % da TMPF em relação à FIMax

#### 4.4 Gyaku-Tsuki: Estudo Correlacional

A determinação de várias variáveis de desempenho dos nossos atletas decorrentes da velocidade de execução do gesto e da avaliação da capacidade de produção de força de forma dinâmica e isométrica, teve como objetivo, não só caracterizar a capacidade de produção de força destes atletas, na sua comparação com os valores de referência disponíveis, mas, também, verificar como é que as variáveis da força muscular explicam e em que medida, a variação da velocidade da mão, no gesto em estudo. Nestes termos, passamos a apresentar os dados do estudo correlacional que realizámos.

##### 4.4.1 RM e Força Isométrica Máxima

Os vários estudos (Kawamori e Haff, 2004; Olsen e Hopkins, 2003; Siegel et al, 2002) referem que existe uma correlação muito forte entre o valor de 1RM e da FIMax. Tal também aconteceu com os nossos resultados, a correlação foi elevada, reforçando a metodologia utilizada e a respetiva recolha de dados.

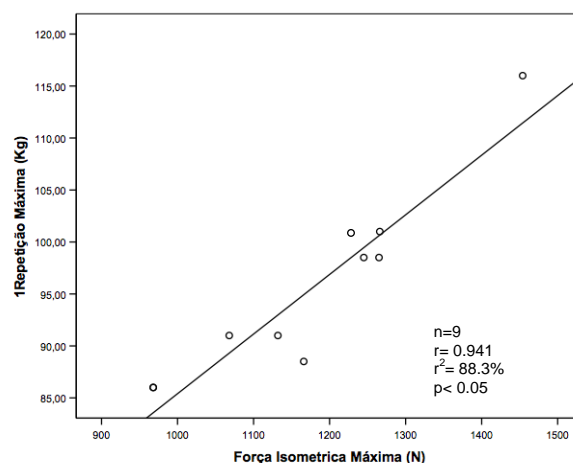


Figura 4-2 Correlação entre 1RM e a FIMax

Através da análise da Figura 4-2, constatamos que há uma correlação bastante significativa entre 1RM e FIMax ( $r= 0.941$ ,  $p<0.01$ ).

Para além das correlações entre 1 RM e a FIMax, era previsível encontrar algumas relações entre as mesmas e a força produzida de forma dinâmica com diferentes cargas.

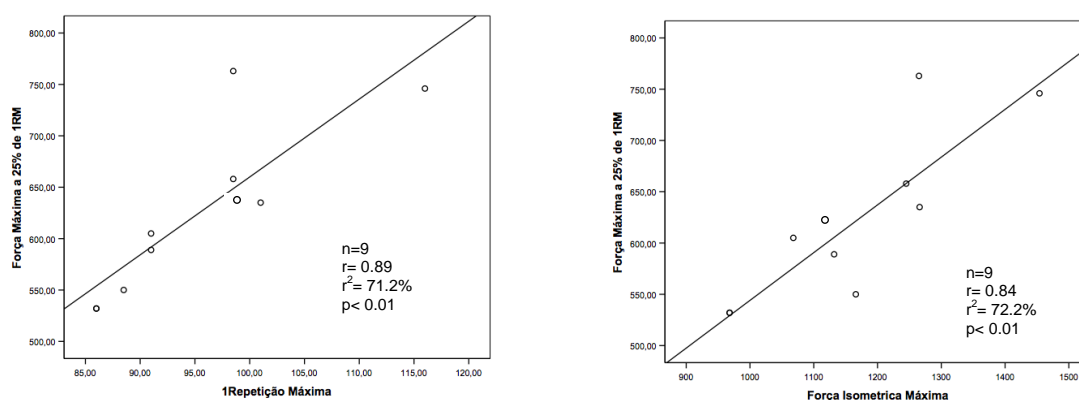


Figura 4-3 Correlação entre FMax a 25% e 1RM e FIMax

A Figura 4-3 representa as correlações entre a FMax a 25% e 1RM ( $r=0.89$ ,  $p<0.01$ ) e a FIMax ( $r=0.84$ ,  $p<0.01$ ).



A FMax a 55% e a 85% apresentam também valores elevados de correlações entre 1RM e FIMax, como podemos constatar através das Figuras 4-4 e 4-5.

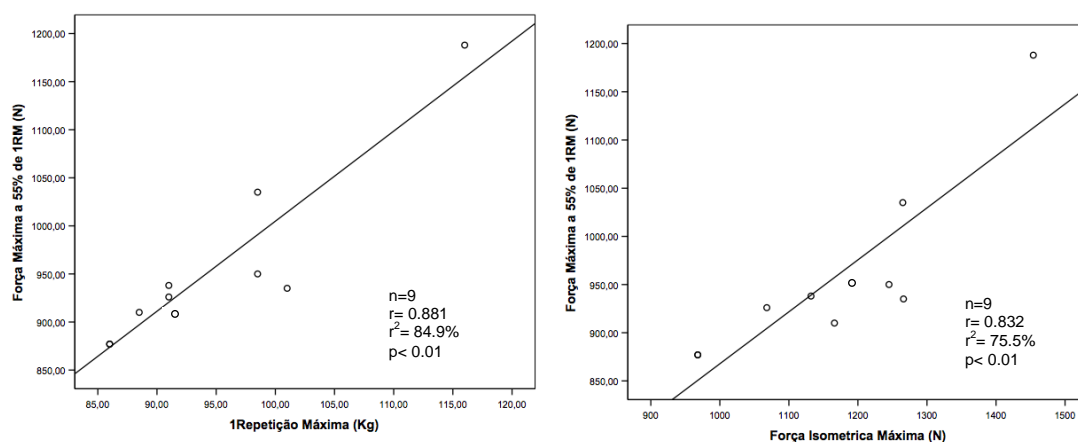


Figura 4-4 Correlação entre FMax a 55% e 1RM e FIMax

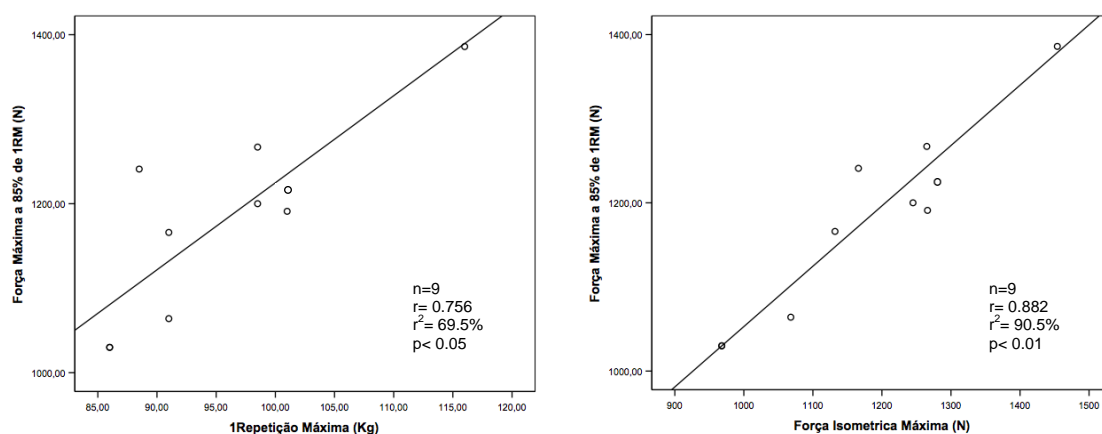


Figura 4-5 Correlação entre FMax a 85% e 1RM e FIMax

De realçar que as correlações mais elevadas foram entre as execuções a diferentes percentagens e o valor de 1 RM do que com a FIMax, com excepção na repetição a 85%. Tal facto pode ser justificado pelo facto de 1 RM ser um exercício dinâmico e com a mesma semelhança do padrão do movimento, enquanto a FIMax é realizada sem movimento e em isometria. De igual forma, e como 85% de 1RM está mais próximo da força produzida de forma isométrica (muito próximo do máximo) e uma velocidade de deslocamento muito inferior, pode justificar o facto de a correlação ter sido maior neste caso com a FIMax.

Estes resultados levam-nos a esperar que quanto maior for o valor de 1RM dos diferentes atletas, maior será a capacidade de cada um produzir e desenvolver força em percentagens até aos 55% de 1RM.

Uma relação interessante foi encontrada entre a TMPF e a Carga Real a 55% e 85%. Há uma correlação negativa entre a TMPF e a Carga Real a 55% ( $r = -0.771$ ,  $p < 0.05$ ) e a 85% ( $r = -0.726$ ,  $p < 0.05$ ). Há assim alguma evidência de que quanto menor a carga realmente levantada em cada índice, maior será a TMPF. Tal facto pode estar relacionado com a importância da velocidade na execução do supino. Assim, uma menor resistência, que faz aumentar a velocidade de execução, traduz-se num aumento da TMPF.

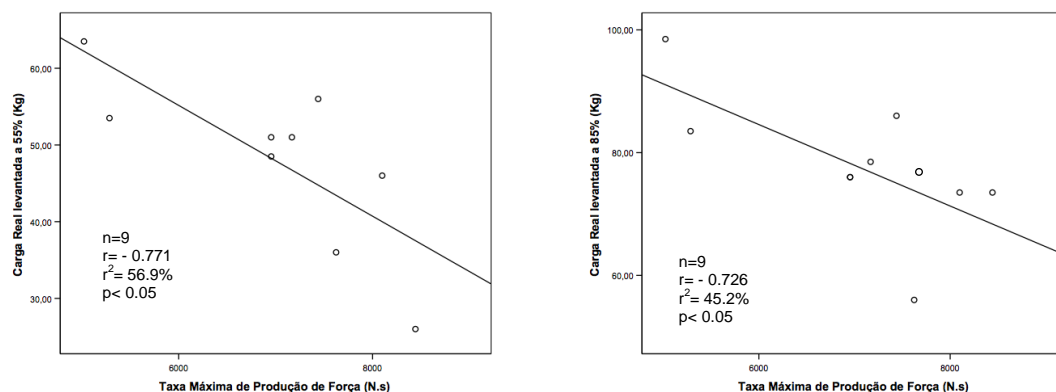


Figura 4-6 Correlação entre TMPF e Carga Real a 55% e Carga Real a 85%

Esta evidência vem dar algumas pistas sobre as muitas questões que têm sido colocadas sobre as cargas óptimas para o desenvolvimento da TMPF e a velocidade de execução dos exercícios de treino.

#### 4.4.2 Potência Máxima

A potência a 55% de 1RM apresentou um conjunto elevado de correlações com determinadas variáveis. De seguida apresentamos algumas dessas correlações.

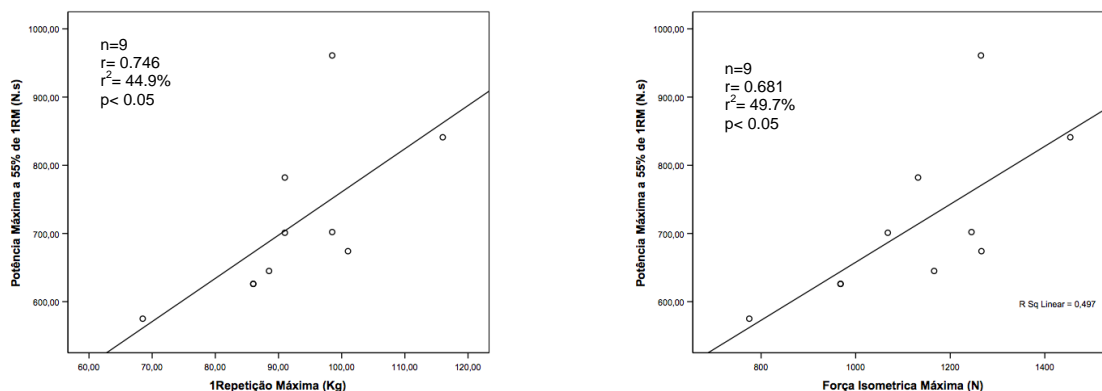


Figura 4-7 Correlação entre PMax a 55% e 1RM e FIMax

Houve uma maior correlação entre a Potência 55% e 1RM ( $r=0.746$ ,  $p<0.05$ ) do que entre a Potência 55% e a FIMax ( $r=0.681$ ,  $p<0.05$ ). Tal poderá ser

explicado pelo facto de quer a determinação de 1RM, quer a avaliação da Potência a 55% serem executadas da mesma maneira, ou seja através de um exercício dinâmico e concêntrico, ao contrário da FIMax, que é avaliada de uma forma isométrica.

#### 4.4.3 Velocidade máxima de execução

Um dos grandes objetivos do presente estudo foi conseguir identificar que fatores podem explicar a variável de desempenho mais importante: a velocidade de execução do gesto.

De acordo com a nossa revisão bibliográfica, seria de esperar encontrar uma ligação muito forte entre a velocidade do gesto e os vários testes isométricos e dinâmicos e especialmente com a TMPF. Como exemplo, segundo Aagaard et al., (2002), Hakkinen et al., (2003), Hakkinen et al., (2001a), Reeves et al., (2003), Suetta et al., (2004), a taxa de produção de força melhora significativamente com o treino de força, nomeadamente exercícios explosivos e também com exercícios isométricos. No entanto, no nosso estudo, estas correlações não se verificaram na totalidade, não sendo por isso possível confirmar o que muito da literatura científica afirma.

De acordo com Pereira e Gomes (2003), é importante que os estudos tenham em atenção a posição específica do corpo dos indivíduos relativamente aos exercícios de treino e aos exercícios de avaliação pois aparenta ser um fator decisivo nos resultados obtidos sobre aumentos da TPF. Da mesma forma, a vontade do individuo em realizar contrações musculares rápidas durante as tarefas de treino e a velocidade de execução das mesmas, é um aspeto aparentemente preponderante no desenvolvimento da TPF.

Contudo, foram encontradas algumas correlações da Velocidade Máxima da Mão Parado com várias variáveis, que apesar das limitações já referidas, nos permitem caracterizar melhor a importância da força e da potência para a velocidade de execução do gesto. Passamos assim a apresentar as relações da velocidade da mão com algumas variáveis da força muscular.

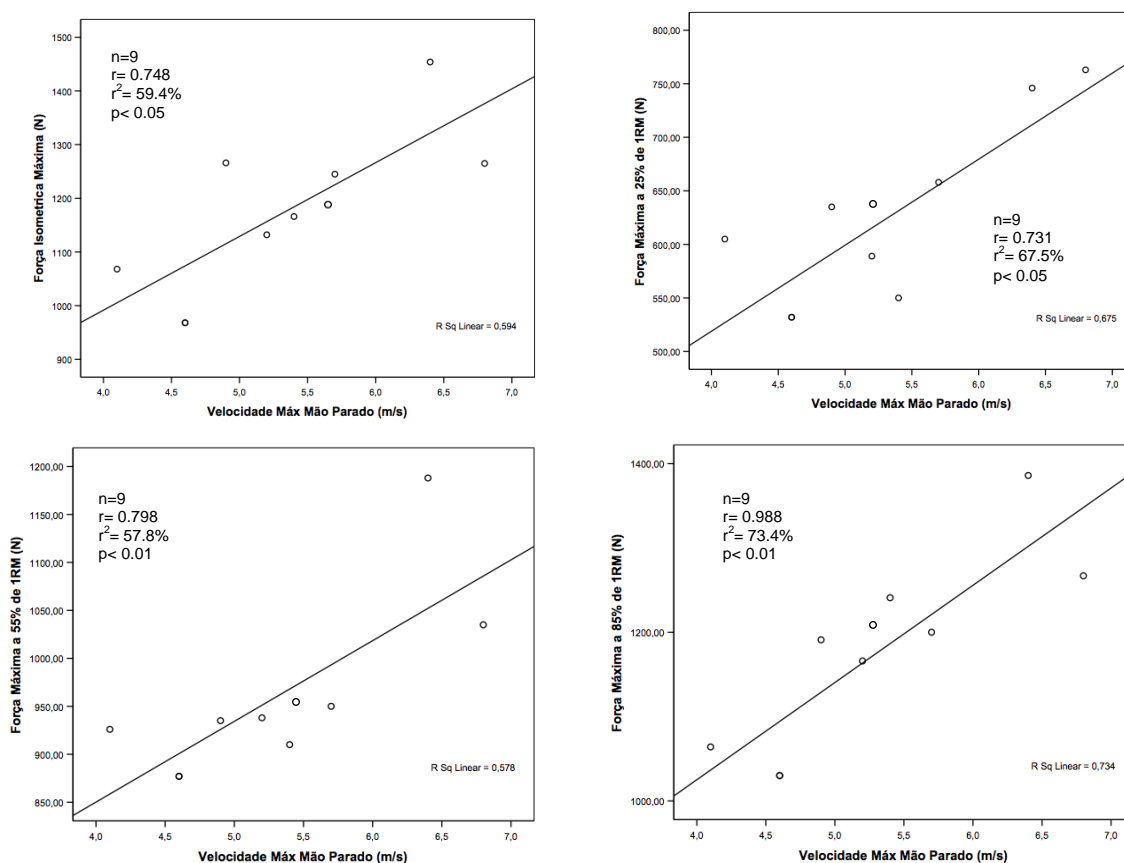


Figura 4-8 Correlação entre Velocidade Máxima da Mão Parado e FIMax, FMax25%, FMax55% e FMax85%

A Velocidade Máxima da Mão Parado apresentou correlações significativas com a FIMax ( $r=0.748$ ,  $p<0.05$ ) e com os diferentes valores de Força a 25%

( $r=0.731$ ,  $p<0.05$ ), Força a 55% ( $r=0.79$ ,  $p<0.01$ ) e Força a 85% ( $r=0.988$ ,  $p<0.01$ ). Estes resultados, apesar de não serem correlações muito fortes, vão ao encontro dos estudos de Aagaard et al., (2002) e Hakkinen et al., (2001a) que referem haver uma relação forte entre força isométrica, taxa de produção de força e velocidade de gestos balísticos.

Aagaard et al., (2002) reportou aumentos significativos na velocidade de contração muscular e potência produzida no movimento de extensão do joelho, após um período prolongado de treino de força e respetivo aumento da força máxima. Brandenburg, J. P. (2005) constatou, igualmente, que um nível elevado de força máxima é determinante para o desenvolvimento da potência.

Brandenburg, J. P. (2005) mostrou que para os membros superiores, a utilização de cargas superiores a 90% de 1RM com uma máxima velocidade de execução, permite ganhos superiores na coordenação intramuscular do que a utilização de cargas entre 30% a 45% de 1RM. Tal é justificado pelo facto de o sistema nervoso central utilizar para programas de movimentos balísticos frequências de ativação das unidades motoras acima dos 100HZ. Segundo o autor, o treino induz um recrutamento muito mais rápido das unidades motoras, bem como um aumento da frequência de ativação dos motoneurónios alfa em cada contração. Sabe-se, segundo o mesmo autor, que indivíduos treinados demoram cerca de 60 ms a 80 ms a recrutarem as unidades motoras para uma contração balística em movimentos de duração entre 100ms a 150ms, mesmo com cargas reduzidas. Desta forma, com o treino de cargas elevadas, consegue-se reduzir o período de ativação das unidades motoras em 25ms a 30ms. Uma vez que a TPF esta diretamente relacionada com a velocidade de recrutamento das unidades motoras, o aumento da força máxima permite a melhoria dos resultados da força explosiva. O autor reporta igualmente uma correlação forte,  $r=0,79$  ( $\leq 0.01$ ), entre 1 RM e a velocidade de execução (lançamento da barra) bem como entre 1 RM e a Força Isométrica Máxima ( $r=0.71$ ). Revela também a existência de correlações muito baixas ( $r=0,33$ ) entre a Força Isométrica Máxima e TMPF bem como entre a TMPF e 1RM ( $r=0,30$ ). Segundo estes dados, o que influenciou a velocidade de execução

destes atletas (que não eram especialistas de treino de força e tinham valores de 1 RM entre 65Kg e 135Kg no supino) foi o valor de 1RM.

Para Brandenburg, J. P. (2005) foi igualmente inesperado não ter havido ganhos significativos na TMPF após 14 semanas de treino, atribuindo este fator à grande heterogeneidade da amostra. Este fator, pode igualmente justificar as baixas correlações entre os parâmetros isométricos e dinâmicos que foram analisados.

Newton et al (1996) mostrou que a execução do supino com lançamento da barra produz uma maior velocidade de execução, um maior declive na curva de força-tempo, bem como uma maior ativação neuromuscular, resultando num padrão de movimento semelhante aos dos vários desportos explosivos e de combate, quando comparado com execução normal do supino. Por esta razão, somos levados a admitir que a técnica de execução do supino por nós escolhida – a técnica clássica sem lançamento da barra – pode ter sido um fator que ajude a explicar parte dos nossos resultados.

Existem ainda, existem correlações significativas entre a Velocidade Máxima da Mão Parado e Potência Máxima a 25% ( $r = 0.714$ ,  $p < 0.05$ ), Potência Máxima a 55% ( $r = 0.731$ ,  $p < 0.05$ ) e Potência Máxima a 85% ( $r = 0.731$ ,  $p < 0.05$ )

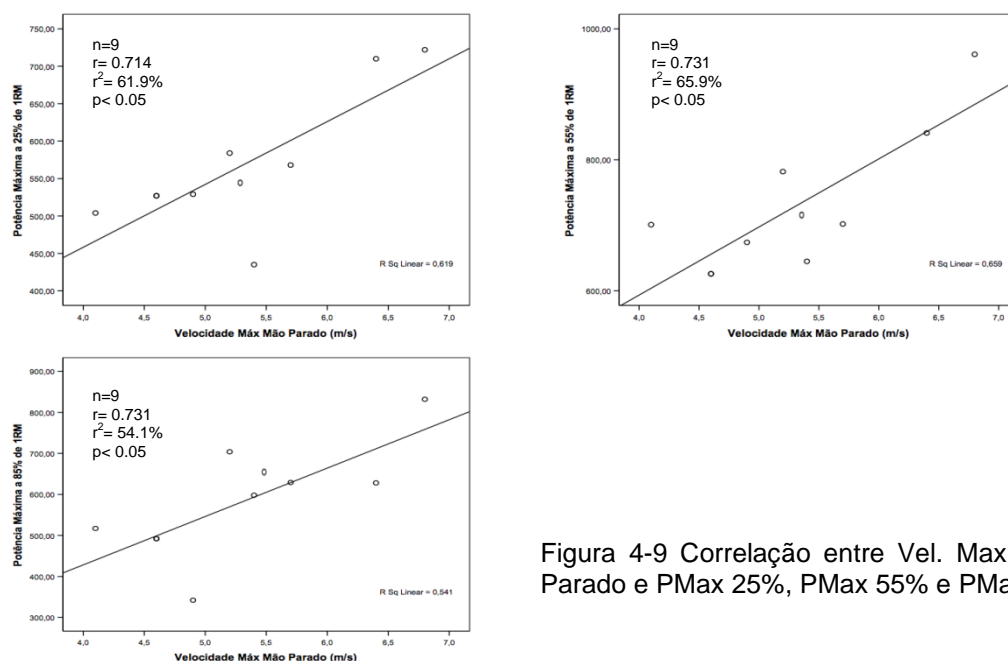


Figura 4-9 Correlação entre Vel. Max. da Mão Parado e PMax 25%, PMax 55% e PMax 85%

Com estes resultados podemos referir que a velocidade da mão executada com os atletas parados em frente ao alvo é justificada pela força e potência que os atletas conseguem produzir nas diferentes cargas. Para além disto, a potência que o atleta consegue produzir na execução do gesto sem movimentação está relacionada com a velocidade com que este consegue realizá-lo. Pelo contrário, já não podemos afirmar o mesmo em relação à execução do Gyaku-Tuski em movimento, uma vez que não se encontraram quaisquer tipos de relações.

Sendo o Gyaku-Tsuki em movimento o mais utilizado em situação de competição e como tal uma tarefa considerada mais ecológica, teria sido importante encontrar fatores justificativos para a velocidade do gesto. Seria de esperar, tal como para o Gyaku-Tsuki parado, que a força isométrica, o valor de 1RM e da TMPF, explicassem a variação da velocidade de execução.

#### **4.4.4 Distância de Execução**

Apesar de não ser objetivo principal do nosso estudo, a análise da distância a que os atletas se colocam do alvo, pode ajudar a melhorar a estratégia e tática dos atletas em situação real de combate.

Desta forma, foi feito o estudo correlacional da distância de execução e foi encontrada uma correlação negativa da Distância em Movimento com a Altura dos atletas ( $r = -0.668$ ,  $p < 0.05$ ), que apesar de não ser muito significativa, parece indicar que os atletas mais baixos são também os que se colocam mais longe do alvo. Tal pode parecer contraditório, mas pode ser justificado pela necessidade que os karatecas mais baixos têm de, em situação de combate real, aumentarem a distância de segurança e como tal, compensarem essa desvantagem com um aumento da distância. Consequência desse aumento, a posição base de pernas tem por sua vez que ser também alterada, por forma a que se consiga na mesma atingir o alvo.

Pelo contrário, já há uma correlação positiva ( $r = 0.685$ ,  $p < 0.05$ ) entre a Altura e a Distância Parado. Ou seja, há alguma evidência para os atletas mais altos serem também os que se colocam mais longe do alvo. Tal facto pode ser justificado pelo comprimento dos membros superiores e pelo facto de não ser possível alterar a posição dos pés, algo que não acontece na execução em movimento.

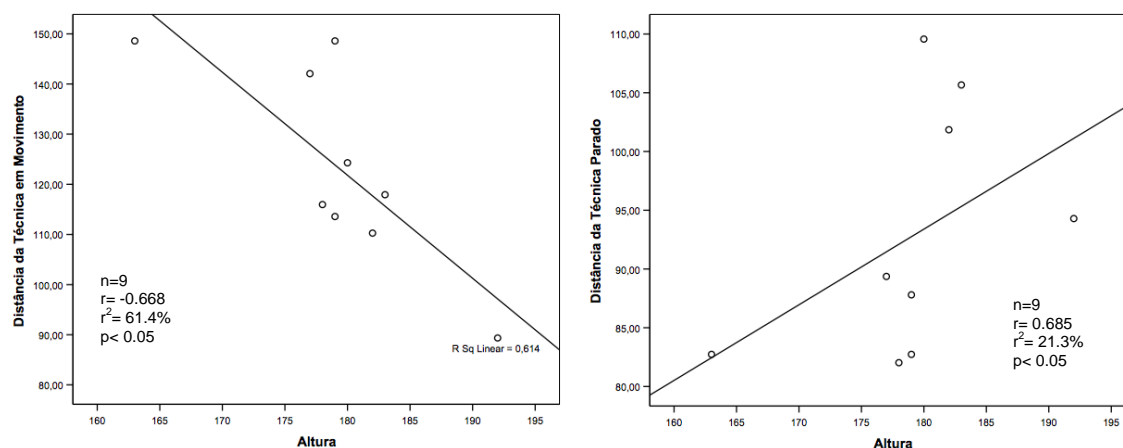


Figura 4-10 Correlação entre Altura dos atletas e Distância da Técnica em Movimento e Parado



## **CAPÍTULO V — CONCLUSÕES**

<b>5.1</b>	<b>Conclusões Finais .....</b>	<b>97</b>
<b>5.2</b>	<b>Recomendações para Futuras Investigações.....</b>	<b>101</b>



## **CAPÍTULO V — CONCLUSÕES**

### **5.1 Conclusões Finais**

Com a realização do presente estudo, verificou-se que os atletas conseguem realizar o Gyaku-Tsuki com velocidades e potências superiores quando se encontram em movimento à frente dos alvos do que numa posição estática. A ação muscular dos membros inferiores, rotação do tronco e membros superiores é otimizada com a movimentação típica do combate, traduzindo-se numa maior velocidade da mão. Um estudo de Olsen & Hopkins (2003) sugere que a ação dos membros inferiores e do tronco é fundamental para uma boa execução de um soco e consequente força de impacto, revelando que atletas com níveis superiores de força nos membros inferiores conseguem produzir mais força nos seus ataques. Estes dados reforçam a importância da movimentação específica no Kumite (combate), uma vez que o atleta consegue ser mais rápido se estiver em movimento, do que numa posição passiva à espera do seu adversário. Constatou-se também que os atletas quando estão em movimento se posicionam mais longe do alvo, sendo um dado importante em situação de competição. Um atleta mais longe do seu adversário tem uma maior distância de segurança conseguindo ao mesmo tempo ser mais rápido no ataque para tentar pontuar.

A literatura refere normalmente que os desportos de combate estão inseridos em movimentos balísticos juntamente com muitas outras modalidades desportivas (Kawamori e Haff, 2004; Olsen and Hopkins, 2003; Vieira, 2000; Schmidbleicher, 1992; Haff e Potteiger, 2001). Segundo esta informação, era importante conseguir comprovar se o nosso gesto estaria de acordo com a literatura. Através da nossa análise, podemos assim concluir que o gesto analisado pode ser considerado balístico, por ter um tempo de execução reduzido (<250 ms), conforme a literatura de referência.

Segundo Cronin et al (2003), Kawamori e Haff, (2004), e Moritani (2003), a relação muscular força-velocidade indica que quanto maior a velocidade, menor a capacidade de produzir força. No nosso estudo, também se verificou que quanto maior a velocidade na execução do supino, menor a força produzida. Igualmente, num estudo semelhante, Costelloe et al., (2002) e Cronin et al., (2003), registaram velocidades de execução substancialmente inferiores às registadas no gesto sem qualquer resistência, referindo que estas execuções não se aproximam da realidade funcional da tarefa.

É vasta a literatura que refere qual a carga ótima para a obtenção dos valores mais elevados de potência pois tem sido apontada como uma variável importante e fundamental para a melhoria e especificidade do treino (Harris et al., 2000 ; Newton et al.,1996; Siegel et al., 2002). Apesar de a literatura não ser unânime, podemos afirmar que os nossos resultados vão ao encontro da mesma, ao reportarmos valores máximos de potência na execução do supino a 55% de 1RM.

Através do nosso estudo, foi possível constatar que existe uma correlação muito forte entre 1RM e a Força Isométrica Máxima de cada atleta. Este resultado está em concordância com o que a literatura refere, ao afirmar que indivíduos que apresentam valores mais elevados de 1RM, conseguem também produzir valores maiores de força de forma isométrica (Kawamori e Haff, 2004; Olsen e Hopkins, 2003; Siegel et al, 2002).

A realização deste estudo permitiu observar que quanto menor era a carga de execução do supino, maior era a TMPF produzida pelos atletas. Esta evidência sugere que uma carga perto dos 55% de 1RM é mais indicada para a obtenção de valores mais elevados de TMPF.

Um dos objetivos do nosso trabalho era o de estudar a relação da velocidade da mão com a TMPF, a Potência e a FIMax e perceber de que forma esta era influenciada pelas várias variáveis. Desta forma, podemos afirmar que a velocidade do nosso gesto realizado com o atleta parado, é influenciado pela FIMax, bem como pela força produzida a 25%, 55% e 85% de 1RM e a

Potência Máxima a 25%, 55% e 85% de 1RM, indo ao encontro dos resultados de Aagaard et al., (2002) e Hakkinen et al., (2001a).

Em situação real de combate, distância a que o atleta se coloca do adversário é uma variável importante. O nosso estudo permitiu verificar que os atletas com uma estatura inferior, se colocam mais longe do alvo, quando replicam a movimentação típica do combate, ou seja no gesto executado em movimento.

Com o concluir do nosso trabalho, novas questões se colocam para melhor tentar compreender os resultados do nosso estudo. A literatura não tem sido unânime no caminho a seguir, com vários resultados aparentemente contraditórios. Um exemplo desta dificuldade foi facto de, na presente investigação, não ter sido encontrada nenhuma relação significativa entre a Taxa Máxima de Produção de Força, a Potência e a Velocidade produzida no gesto, como seria de esperar em função da literatura (Aagaard et al., 2002; Hakkinen et al., 2003; Kawamori e Haff, 2004; Olsen and Hopkins, 2003; Vieira, 2000; Schmidtleicher, 1992; Haff e Pottenger, 2001). Kawamori e Haff, (2004), afirmam mesmo que múltiplos estudos revelam ganhos significativos na TPF, medida isometricamente nos membros inferiores, após treino de força explosivo ou isométrico. Para nós, o facto de grande parte da literatura referir-se apenas à análise dos membros inferiores, com pouca ou nenhuma referência aos membros superiores, dificulta a análise dos nossos resultados. Para além do mais, a maioria da literatura de referência, analisa o processo de treino, com análises e medições no início e no fim do mesmo.

A seleção da escolha do exercício de supino foi a nosso ver correta, mas julgamos que a execução do mesmo gesto com lançamento da barra, estaria mais próxima do gesto analisado e poderia ter tornado a nossa tarefa mais real e ecológica.

O facto de a nossa amostra ser constituída por atletas juniores, que se encontravam ainda num processo de formação pode também ter influenciado o estudo. Segundo Chestnut e Docherty (1991), Kraemer et al (1996), Muller et al

(2000), Sleivert et al (1995), o treino da força tradicional produz melhorias na prestação de movimentos desportivos em indivíduos não treinados, o que não é o caso dos nossos atletas, mas sabemos que estes não realizavam um treino específico de força através de musculação nem estavam especificamente treinados no gesto do supino.

De realçar que a literatura tem vindo a revelar algumas limitações quando se pretende comparar alguns resultados de estudos nesta área de investigação. Pereira e Gomes (2003), no seu artigo extenso de revisão de literatura, indicam que a maioria dos estudos que pretendem avaliar qual a melhor velocidade de execução dos exercícios de treino para o aumento da força, não conseguem controlar a velocidade. Ou seja, são muito vagos quanto à especificação, referindo apenas que é feita de forma lenta e controlada sem a quantificarem ou pelo contrário, de forma rápida sem dados concretos. Referem igualmente que a maioria dos estudos apresenta amostras muito pequenas ( $n=7$ ), com grupos de indivíduos muito jovens e muitas vezes sem grupo de controlo. Os tempos de duração dos estudos são também muito curtos (4 a 8 semanas). Neste seu trabalho, referem que apesar de todas as limitações, parece haver evidências que o padrão de movimento e a intenção neuromuscular são fatores mais importantes para a tarefa desportiva, que propriamente a velocidade de execução no treino da força. Igualmente nesta linha de investigação, Kawamori e Haff, (2004), afirma que há estudos que parecem concluir que a execução de exercícios a baixa velocidade (lentos) não são adequados para o aumento da TPF e que nem sequer o uso de testes isométricos adequados para a sua avaliação. No entanto, há mais evidências científicas a mostrar exatamente o contrário. Mas é referido também, que nos estudos que apresentam correlações positivas, são quase sempre utilizados exercícios de treino específicos e semelhantes ou iguais aos das avaliações, que podem desta forma contribuir muito para os resultados obtidos.

Estes estudos recentes, permitem-nos à luz de novos conhecimentos, afirmar que a posição do corpo dos atletas na realização das diferentes tarefas bem como da especificidade dos exercícios é um fator chave nos resultados obtidos.

## 5.2 Recomendações para Futuras Investigações

O facto de ter sido impossível de realizar o estudo em condições reais de competição constituiu uma das principais limitações desta investigação. Assim, seria importante realizar uma parte deste estudo em situação real, ou seja, em Kumite, conseguindo obter registos de vídeos das ações em competição. Para além disto, a forma de avaliação da força no supino não é igual ao gesto executado (Gyaku-Tsuki), pelo que num futuro estudo seria importante recolher os dados de força num mecanismo mais idêntico possível à técnica.

Uma outra limitação do estudo foi a ausência de uma plataforma de forças no alvo fixo, que permitisse avaliar também o impacto produzido pela técnica. Caso tal fosse possível, mais dados teríamos sobre a técnica, com a possibilidade de encontrar variáveis que influenciassem o impacto do Gyaku-Tsuki, contribuindo assim para uma melhor caracterização do gesto. O conhecimento deste dado poderia permitir identificar formas de aumentar o impacto, bem como diminuí-lo, importante como já foi dito, em situação de kumité, cujo impacto deve ser controlado.

O estudo contou com uma outra limitação, que foi a ausência de uma avaliação eletromiográfica, hoje em dia indispensável ao estudo da produção de força do sistema músculo-esquelético. A análise dos registos da atividade elétrica muscular seria a forma mais adequada para avaliar o comportamento do sistema neuromuscular nas várias formas de produção de força, criadas no presente estudo.

Pelo facto de, na presente investigação, não ter sido encontrada nenhuma relação significativa entre a Taxa Máxima de Produção de Força e a Potência produzida no gesto, como seria de esperar em função da literatura (Kawamori e Haff, 2004; Olsen and Hopkins, 2003; Vieira, 2000; Schmidtleicher, 1992; Haff

e Potteiger, 2001) não quer dizer que tal não aconteça em outras situações. De notar que esta amostra era constituída por atletas juniores, que se encontram ainda num processo de formação. Segundo Chestnut e Docherty (1991), Kraemer et al (1996), Muller et al (2000), Sleivert et al (1995), o treino da força tradicional produz melhorias na prestação de movimentos desportivos em indivíduos não treinados, o que não é o caso dos nossos atletas, mas também não podemos afirmar ainda que são altamente especializados. Isto porque segundo Aagaard et al (1994), Baker (1996), Muller et al (2000), Newton e Kraemer (1994), Newton et al (1999), em atletas treinados ou especialistas, são necessários programas de treino muito mais específicos e especializados para conseguir produzir melhorias nas prestações desportivas. Desta forma, seria pertinente numa próxima investigação, conseguir comparar dois grupos distintos (atletas altamente especialistas com atletas de nível médio) sujeitos a métodos de treino diferentes, de forma a tentar identificar as diferenças que existem e tentar caracterizar o papel da Taxa Máxima de Produção de Força na velocidade de execução e potência produzidas.



## **BIBLIOGRAFIA**



## BIBLIOGRAFIA

Aagard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training, *Journal of Applied Physiology*, 93, 1318-1326

Aagard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1994). Effects of different strength training regimes on moment and power generation during dynamic knee extension, *European Journal of Applied Physiology*, 69, 382-386

Adelino, J. (trad.). (2003). Treinar a força na pré-adolescência – não deixem de fazer, *Treino Desportivo*, nº 23, 18-21

Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W. J., and Häkkinen, K. (2005). Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), 572-582

Amtmann, J. A. (2004). Self-reported training methods of mixed martial artists at a regional reality fighting event, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (1), 194-196

Baechle, T. R. & Earle, R. W. (2000). Essentials of strength training and conditioning. 2<sup>nd</sup> Edition. Champaign, IL: National Strength and Conditioning Association.

Baker, D. (1996). Improving vertical jump performance through general, special and specific strength training: A brief review, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 131-136

Baker, D. (2001a). A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (2), 198-209

Baker, D. (2001b). Acute and long-term power responses to power training: observations on the training of an elite power athlete, *National Strength & Conditioning Association*, 23 (1), 47-56

Baker, D. (2001c). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (1), 30-35

Baker, D. (2001d). The effects of an in-season of concurrent training on the maintenance of maximal strength and power in professional and college-aged rugby league football players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (2), 172-177

Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (3), 493-497

Baker, D., & Nance, S. (1999). The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13 (3), 230-235

Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001e). The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (1), 92-97

Baker, D., Nance, S., and Moore, M. (2001f). The load that maximizes the average mechanical power output during explosive bench press throws in highly trained athletes, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (1), 20 -24

Baquet, G., Guinhouya, C., Dupont, G., Nourry, C., & Berthoin, S. (2004). Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 708-713

Billeter, R. & Hoppeler H. (2003). Muscular basis of strength (2.<sup>a</sup> ed.). In P.V. Komi, *Strength and Power in Sport* (pp.50-72). Malden: Blackwell Publishing (Edição original 1991).

Brandenburg, J.P. (2005) The acute effects of prior dynamic resistance exercise using different loads on subsequent upper-body explosive performance in resistance-trained men, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (2), 427-432

Castelo, J. (1984) Análise e sistematização das acções ofensivas e defensivas em competição (kumite/Shiai). Ludens, Cruz Quebrada, ISEF-UTL, Vol. 8, nº3, Abril-Junho, pp. 46-53

Chestnut, J. L., & Docherty, D. (1999) The effects of 4 and 10 repetition maximum weight-training protocols on neuromuscular adaptations in untrained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 353-559

Cogley, R.M., Archambault, T.A., Fiebeger, J.F., Koverman, M.M., Youdas, J. W., & Hollman, J. H. (2005). Comparison of muscle activation using various hand positions during the push-up exercise, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), 628-633

Conley, M.S., & Rozenek, R. (2001). Health aspects of resistance exercise and training, *National Strength & Conditioning Association*, 23,(6), 9-23

Correia, P.P., & Mil-Homens, P. (2005). O treino da força com jovens: factores condicionantes, eficácia, riscos e benefícios, *Treino Desportivo Especial*, ( 7) 18-23

Costelloe, R. Kingman, J. Dyson, R. (2002) :Speed and muscular coordination during the karate punch. *Journal of Sports Sciences*, 20, 4.

Cronin, J.B., & Hansen, K.T. (2005). Strength and power predictors of sports speed, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (2), 349-357

Cronin, J.B., & Owen, G.J. (2004). Upper-body strength and power assessment in women using a chest pass. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(3) 401–404

Cronin, J.B., McNair, P.J., & Marshall, R.N. (2001). Developing explosive power: A comparison of technique and training. *Journal of Science & Medicine in Sports*, 4, 168-178

Cronin, J.B., McNair, P.J., & Marshall, R.N. (2003). Force-velocity analysis of strength-training techniques and load : implications for training strategy and research, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (1), 148-153

Dias, J. (2005), *Pedagogia do Karaté*, in: Manual do Curso de Treinador de Nível II e III, Lisboa, Federação Nacional de Karaté – Portugal.

Dietz, V.(2003). Neuronal control of functional movement (2.<sup>a</sup> ed.). In P.V. Komi, *Strength and Power in Sport* (pp.11-26). Malden: Blackwell Publishing (Edição original 1991).

Doan, B.K., Newton, R.U., Marsit, J.L., Triplett-McBride, N.T., Kosiris, L. P., et al. (2002). Effects of increased eccentric loading on bench press 1RM, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (1), 9-13

Duchateau, J. & Hainaut, K. (2003). Mechanisms of muscle and motor unit adaptation to explosive power training (2.<sup>a</sup> ed.). In P.V. Komi, *Strength and Power in Sport* (pp.315-330). Malden: Blackwell Publishing (Edição original 1991).

Faigenbaum, A.D., Bellucci, M., Bernieri, A., Bakker, B., & Hoorens, K. (2005). Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (2), 376-381

Faigenbaum, A.D., Kraemer, W.J., Cahill, B., Chandler, J., Dziados, J., Elfrink, L.D., et al. (1996). Youth resistance training: position statement paper and literature review, *Strength and Conditioning*, 62-72

Faigenbaum, A.D., Loud, R.L., O'Connell, J., Glover, S., O'Connell, J., & Wescott, W. L. (2001). Effects of different resistance training protocols on upper-body strength and endurance development in children, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (4), 459-465

Faigenbaum, A.D., Milliken, L.A., & Westcott, W.L. (2003). Maximal strength testing in healthy children, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (1), 162-166

Figueiredo, A. (1989a). O significado actual do karaté, *Revista de Educação Física e Desporto – Horizonte, Lisboa*, vol.IV, nº22, Nov-Dez, I-VII

Figueiredo, A. (1989b). Biomecânica das Técnicas Desportivas: Comparação de parâmetros cinemáticos na execução de uma técnica de karaté (Oi-Tsuki), com e sem controlo do impacto. Monografia final para a obtenção de grau de licenciado, orientada pelo Prof. Doutor João Abrantes, no Instituto Superior de Educação Física da Universidade Técnica de Lisboa.

Figueiredo, A. (1990). O desenvolvimento do karaté nacional (A tensão entre arte marcial e desporto de combate), *Bushido – Artes Marciais e Desportos de Combate*, Lisboa, nº14, Fevereiro, 22

Figueiredo, A. (2006). A institucionalização do Karaté: Os modelos organizacionais do Karaté em Portugal. Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de Doutor em Motricidade Humana na especialidade de Ciências do Desporto. Lisboa: FMH - UTL

Fitts, R.H., McDonald, K.S., & Schluter, J.M. (1991). The determinants of skeletal muscle force and power: their adaptability with changes in activity pattern, *Journal of Biomechanics*, 24, 111-122

Fleck, S.J. (2002). Periodization of training. In W. Kraemer & K. Häkkinen (edit.), *Strength Training for Sport* (pp 55-68). India : Blackwell Science.

FNK-P (2003). Regras de competição (Kumite e Kata), Lisboa, Federação Nacional de Karaté – Portugal, Tradução das regras da Federação Mundial de Karaté (FMK)

Fry, A.C., & Newton, R.U. (2002). A brief history of strength training and basic principles and concepts. In W. Kraemer & K. Häkkinen, *Strength Training for Sport* (pp 1-19). India: Blackwell Science.

Fry, A.C., Häkkinen, K., & Kraemer, W.J. (2002). Special considerations in strength training. In W. Kraemer & K. Häkkinen, *Strength Training for Sport* (pp 135-162). India: Blackwell Science.

Fry, A.C., Webber, J.M., Weiss, L.W., Harber, M.P., Vaczi, M., & Pattison, N.A. (2003). Muscle fiber characteristics of competitive power lifters, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (2), 402-410

Funk, D., Swank, A.M., Adams, K.J., & Treolo, D. (2001). Efficacy of moist heat pack application over static stretching on hamstring flexibility, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (1), 123-126

Garcia, C.A.F. (2004). A formação física do praticante desportivo de competição, *Treino Desportivo, Novembro, Especial 6*, 20-23

Girodet, P., Vaslin, P., Dabonneville, M. & Lacouture, P. (2005): Two-dimensional kinematic and dynamic analysis of a karate straight punch, *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, S1, 117-118

Glass, S.C., & Armstrong, T. (1997). Electromyographical activity of the pectoralis muscle during incline and decline bench presses, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11 (3), 163-167 (17 B)

González-Badillo, J.J. (2000a). Concepto y Medida de la Fuerza Explosiva en el Deporte. Posibles Aplicaciones al entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. Tomo XIV, nº 1 5-15

Gulledge, J.K. & Dapena, J. (2008). A comparison of the reverse and power punches in oriental martial arts. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 189-196



Habersetzer, R.(1987). Karaté-do, Enciclopédie des Arts Martiaux, Paris, Editions Amphora, 3 vls.

Haff, G.G. (2003). Roundtable discussion: youth resistance training, *National Strength & Conditioning Association* 25,(1), 49-64

Haff, G.G., Stone, M., O'Bryan, H. S., Harman, E., Dinan, C., Johnson, R., et al. (1997). Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11 (4), 269-272

Haff, G.G., Whitley, A., & Potteiger, J.A. (2001). A brief review: explosive exercises and sports performance, *National Strength & Conditioning Association*, 23,(3), 13-20

Häkkinen, K. (2002). Training-specific characteristics of neuromuscular performance. In W. Kraemer & K. Häkkinen, *Strength Training for Sport* (pp 20-36). India: Blackwell Science.

Häkkinen, K., and Keskinen, K. L. (1989). Muscle cross-sectional and voluntary force production characteristics in elite strength-and endurance-trained athletes and Sprinters, *European Journal of Applied Physiology*, 59, 215-220

Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H., & Komi, P.V. (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years, *The American Physiological Society*, 2406-2412

Hammett, J.B., & Hey, W.T. (2003). Neuromuscular adaptation to short-term (4 weeks) ballistic training in trained high school athletes, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (3),556-560

Harmann, E. (1993). Strength and power: a definition of terms, *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15 (6),18-20

Harris, G.R., Stone, M.H.,O'Bryant, H.S., Proulx, C.M., & Johnson, R.L.(2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (1), 14-20

Hartmann, H., Bob., A., Wirth, K., and Schmidtbleicher, D. (2009). Effects of different periodization models on rate of force development and power ability of the upper extremity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7),1921–1932

Hasegawa, H., Dziados, J., Newton, R.U., Fry, A.C., Kraemer, W.J., & Häkkinen, K. (2002). Periodised training programmes for athletes. In W. Kraemer & K. Häkkinen (ed.), *Strength Training for Sport* (pp 69-134). India: Blackwell Science.

Hedrick, A. (1993). Literature review: high speed resistance training, *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15, Number 6,

Herzog, W. & Ait-Haddou, R. (2003). Mechanical muscle models and their application to force and power production (2.<sup>a</sup> ed.). In P.V. Komi, *Strength and Power in Sport* (pp.154-183). Malden: Blackwell Publishing (Edição original 1991).

Hrysomallis, C., & Kidgell, D. (2001). Effect of heavy dynamic resistive exercise on acute upper-body power, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (4), 426-430

Izquierdo, M., Häkkinen, K., Anton, A., Garrues, M., Ibanez, J., Ruesta, M. & Gorostiaga, E.M. (2001) Maximal strength and power, endurance performance, and serum hormones in middle-aged and elderly men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 1577-1587

Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J., & Gorostiaga, E.M. (2002) Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology* 87: 264-271

Kaneko, M., Komi, P.V., & Aura, O. (1984). Mechanical efficiency of concentric and eccentric exercises performed with medium to fast contraction rates, *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 6(1), 15-20

Kawamori, N. & Haff, G.G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power, *Journal of Strength and Conditioning Research*, , 18 (3), 675-684

Kraemer, W. J. & Mazzetti, S. A. (2003). Muscular basis of strength (2.<sup>a</sup> ed.). In P.V. Komi, *Strength and Power in Sport* (pp.73-95). Malden: Blackwell Publishing (Edição original 1991).

Kraemer, W.J. (2002). Developing a strength training workout. In W. Kraemer & K. Häkkinen, *Strength Training for Sport* (pp 37-54). India: Blackwell Science.

Kraemer, W.J., Fleck, S.J. & Evans, W.J. (1996) Strength and power training: Physiological mechanisms of adaptation. *Exercise and Sports Sciences Review*, 24, 363-397

Kyröläinen, H., Avelã, J., McBride, J.M., Koskinen, S., Andersen, J. L., Sipilä S., et al. (2005). Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 15, 58-64

Kyröläinen, H., Komi, P.V., Häkkinen, K., & Ha, K.D. (1998). Effects of power training with stretch-shortening cycle (SSC) exercises of upper limbs in untrained women, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12 (4), 248-252

Lenetsky, S., Harris, N., Brughelli, M. (2013) Assessment and Contributors of Punching Forces in Combat Sports Athletes: Implications for Strength and Conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 35 (2), 1-7

Marques, M. A. C. (2004) *O Trabalho de força no alto rendimento desportivo: Da teoria à prática*. Lisboa: Livros Horizonte.

Marques, M. A. Cardoso, & Santos, E. (2004). A força como capacidade condicional: uma breve revisão, *Treino Desportivo*, ( 24) 46-50

Mayhew, J. L., Ware, J. S., Johns, R. A. & Bembien, M. G. (1997) Changes in upper body power following heavy-resistance strength training in college men. *International Journal of Sports Medicine* 18, 516-520

McBride, J.M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R.U. (1999). A comparison of strength and power characteristics between power lifters, olympic lifters, and sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, , 13 (1), 58-66

McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R.U.(2002). The effect of heavy-vs light-load jump squats on the development of strength, power, and speed, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (1), 75-82

McClellan, T., & Anderson, W. (2002). Use of martial art exercises in performance enhancement training, *National Strength & Conditioning Association*, 24, (6), 21-30

Moritani, T. (2003). Motor unit and motoneurone excitability during explosive movement (2.<sup>a</sup> ed.). In P.V. Komi, *Strength and Power in Sport* (pp.27-49). Malden: Blackwell Publishing (Edição original 1991).

Muller, E., Benko, U., Raschner , C., & Schwameder, H. (2000) Specific fitness training and testing in competitive sports. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 216-220

Newton, R.U, Kraemer, W.J., & Häkkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 323-330

Newton, R.U., & Kraemer, W.J. (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy, *Strength and Conditioning*, 20-31

Newton, R.U., Dugan, E. (2002). Application of strength diagnosis, *National Strength & Conditioning Association*, 24 (5), 50-59

Newton, R.U., Häkkinen, K., Häkkinen, A., McCormick, M., Volek, J., & Kraemer, W.J. (2002). Mixed-methods resistance training increases power and strength of young and older men, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 1367-1375

Newton, R.U., Kraemer, W.J., Häkkinen, K., Humphries, B.J., & Murphy, A.J. (1996). Kinematics, kinetics and muscle activation during explosive upper body movements, *Journal of Applied Biomechanics*, 12, 31-43

Nicol, C. & Komi, P. V. (2003). Stretch-Shortening cycle fatigue and its influence on force and power production (2.<sup>a</sup> ed.). In P.V. Komi, *Strength and Power in Sport* (pp.154-183). Malden: Blackwell Publishing (Edição original 1991).

Oliva, A. et al (1982). Formalizacion del Karate desportivo, Madrid, AIESEP. Não Editado.

Olsen, P.D., & Hopkins, W.G. (2003). The effect of attempted ballistic training on the force and speed of movements, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (2), 291-298

Pereira, M. I. R., & Gomes, P. S. C. (2003). Testes de força e resistência muscular: Confiabilidade e predição de uma repetição máxima – *Revisão e novas evidências*. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9(5), 325-335

Sale, D. G. (2003). Neural adaptation to strength training (2.<sup>a</sup> ed.). In P.V. Komi, *Strength and Power in Sport* (pp.281-314). Malden: Blackwell Publishing (Edição original 1991).

Santos, P. M-H. (1995). Adaptações musculares ao treino da força. Com especial referência para as adaptações do padrão electromiográfico induzidas pelo treino e destreino. Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de Doutor em Motricidade Humana na especialidade de Ciências do Desporto. Lisboa: FMH - UTL

Santos, P. M-H. (2005) Textos de apoio. Desenvolvimento das qualidades físicas. Bloco – Força Muscular. Disciplina no âmbito do mestrado em Treino do Jovem Atleta. Faculdade de Motricidade Humana. Lisboa.

Schilling, B.K. (2000). Stretching: acute effects on strength and power performance, *National Strength & Conditioning Association*, 22, (1), 44-47

Schmidtbleicher, D. (1992) Training for power events. In : *Strength and Power in Sport*. P.V. Komi, ed. Malden : Blackwell Scientific, 381-395

Sforza, C., Turci, M., Grassi, G., Fragnito, N., Pizzini, G. & Ferrario, V. (2000) The repeatability of choku-tsuki and oi-tsuki in traditional shotokan Karate: A morphological three-dimensional analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 90, 947-960

Sforza, C., Turci, M., Grassi, G., Shirai, Y., Pizzini, G., Ferrario, V. (2002) Repeatability of mae-geri-keage in traditional Karate: A three-dimensional analysis with black-belt karateka. *Perceptual and Motor Skills*, 95, 433-444

Shibayama, A., & Fukashiro, S. A Biomechanical Study of Karate Strikes. Paper presented at the XVI Congress of the International Society of Biomechanics, University of Tokyo, Japan, 1997.

Siegel, J.A., Gilders, R.M., Staron, R.S., & Hagerman, F.C. (2002). Human muscle power output during upper-and lower-body exercises, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (2), 173-178

Sleivert, G. G., Backus, R.D., & Wenger, H.A. (1995) The influence of strength-sprint training sequence on multijoint power output. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27, 1655-1665

Smith, R. (1999). Martial musings : A portrayal of martial arts in the 20th century. Erie PA :Via Media Publishing

Stone, M. H., Potteiger, J.A., Pierce, K.C., Proulx, C.M., O'Bryant, H.S., Johnson, R.L., et al. (2000). Comparison of the effects of three different weight-training programs on the one repetition maximum squats, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (3), 332-337

Stone, M., Stone, M., & Lamont, H. (2002). *Explosive exercise*, Consultado em 13 de Abril de 2006, em Coaches'Information Service:  
[http://coachesinfo.com/category/strength\\_and\\_conditioning/242/](http://coachesinfo.com/category/strength_and_conditioning/242/)

Stone, M.H. (1993). Literature review: explosive exercises and training, *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15 (3), 7-15

- Stone, M.H., O'Bryant, H.S., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M., & Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (1) 140-147
- Tan, B. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13 (3), 289-304
- Toji, H., & Kianeko, M. (2004). Effect of multiple-load training on the force-velocity relationship, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 792-795
- Tuominen, R. Injuries in national karate competitions in Finland, (1995). *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5, 44-48
- Wilson, G., Newton, R., Murphy, A. & Humphries, B. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23, 1279-1286
- Wong, D.P., Tan, E.C.H., Chaouachi, A., Carling, C., Castagna, C., Bloomfield, J., and Behm, D.G. (2010). Using squat testing to predict training loads for lower-body exercises in elite Karate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(11), 3075–3080
- Yamaguchi, T., & Ishi, K. (2005). Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3) 677-683
- Young, W. (1993). Training for speed/strength: heavy vs. light loads, *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15 (5), 34-41
- Young, W.B., & Behm, D.G. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities?, *National Strength & Conditioning Association*, 24(6), 33-37

Zatsiorsky, V. M. (2003). Biomechanics of strength and strength training (2.<sup>a</sup> ed.). In P.V. Komi, *Strength and Power in Sport* (pp.439-487). Malden: Blackwell Publishing (Edição original 1991).

Zeher, E., Sale, D. & Dowling, J. (1997) Ballistic movement performance in karate athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29 (10), 1366-1373